REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

6

TOME SIXIÈME

Mo. Bot. Garden,
1895.

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

1894

QK1
.R44
1894
v.61

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Janvier 1894

N° 61

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1894

I. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA GREFFE (avec planches), par **M. L. Daniel** 5

II. — SUR UN NOUVEAU MODE DE PROPAGATION DU POURRIDIÉ DE LA VIGNE, par **M. A. Prunet**. 22

III. — QUELQUES PROCÉDÉS PRATIQUES DE MICROGRAPHIE, par **M. L. Flot** 27

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES BACTÉRIES ET LES FERMENTATIONS, publiés pendant l'année 1891 (avec figures dans le texte), par **M. Léon Boutroux** (*suite*) 30

V. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES ALGUES, publiés de 1889 au commencement de 1892 (avec figures dans le texte), par **M. Ch. Flahault** (*suite*) 41

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 1. — *Recherches sur la Greffe.*

Cette livraison renferme en outre cinq gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

1894

RECHERCHES

MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA GREFFE

par M. L. DANIEL

Les recherches qui font l'objet de ce Mémoire ont été entreprises sous la bienveillante direction de M. G. Bonnier, d'une part, au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, si bien installé pour les travaux de ce genre, et d'autre part à Château-Gontier, dans un jardin que M. Bayon, vétérinaire, a mis aimablement à ma disposition.

Dans ce travail je me suis occupé plus spécialement de la greffe herbacée. Il comprend deux parties : la première, consacrée à la Morphologie, la seconde, à la Physiologie.

1re Partie. — MORPHOLOGIE

I. — HISTORIQUE

Comme il sera surtout question dans ce Mémoire de la greffe herbacée sur tiges et sur les parties souterraines des plantes, je me bornerai à donner un rapide aperçu des travaux antérieurs sur ce sujet, me réservant d'indiquer dans le texte ceux qui, par leur nature spéciale, auraient été négligés ici.

La plupart des auteurs considèrent la greffe des plantes herbacées, des plantes ligneuses à l'état herbacé et la greffe des racines,

rhizomes ou tubercules comme d'invention récente, adoptant en cela les idées de Thouin (1).

Pourtant Aristote (2) constate que l'on greffait de son temps, non-seulement les arbres fruitiers, mais aussi l'*armoise cultivée sur l'armoise* sauvage. C'est bien là, il me semble, la greffe d'une plante herbacée.

Son disciple Théophraste (3) va plus loin. Il donne comme possible la greffe de toutes les herbes ; pour cela, il suffit d'insérer une graine dans le sujet préalablement fendu. Ce procédé a été indiqué depuis par Columelle (4), Pline (5) et les auteurs arabes (6). On a même essayé sans succès de le ressusciter de nos jours pour les arbres (7).

Ce n'est évidemment pas une greffe que ce procédé, mais il pouvait si bien en donner l'idée que Du Pinet, au XVI[e] siècle, la donne comme un « *Moyen d'enter les herbes comme les arbres* » (8).

O. de Serres (9) précise davantage et montre que la greffe des plantes herbacées était connue de son temps : « *Pour meslinger*, dit-il, *et changer les œillets, l'on les ente en* escusson, en fente aussi ; *en ceste façon très rarement : et en quelque manière que ce soit, il est nécessaire d'y apporter de la curiosité à cause de la faiblesse de la plante. Moyennant lequel ordre recouvre-t-on des œillets verts, insérant sur des lauriers des jettons d'œillets blancs, des bleus sur des buglosses ou sur des* troncs de cichorée, en faisant l'enture un peu dans la terre. »

Un peu plus loin, il ajoute : « Par escusson *aussi se sert-on à enter* plusieurs plantes à fleurs, à bouquets, à la médecine, étant un peu fortes comme roziers, œillets, violiers (a), passe-velours (b), passe-

(1) Thouin : *Monographie des greffes*, 1821. Cet ouvrage, quoiqu'il renferme bon nombre d'erreurs historiques, a longtemps fait autorité et a été copié par beaucoup d'auteurs.

(2) Aristote : *De plantis*, A. C. 820, 821.

(3) Théophraste : *Histoire des Plantes*, liv. II, cap. 3 et 5, liv. VIII, cap. 6. — *De Causis Plantarum*, liv. IV, cap. 6.

(4) Columelle : *De re rustica*.

(5) Pline : *Histoire naturelle*, liv. XVIII, sect. 20.

(6) Ibn-al-Awam : *Le livre de l'Agriculture*, p. 380 et suiv.

(7) Carrière : *Un fait physiologique* (*Rev. hort.* 1860, p. 160). — Laujoulet : *De la greffe des graines* (*Rev. hort.* 1860, p. 232).

(8) Du Pinet : *Histoire naturelle de Pline*, Lyon, 1542, liv. XIX, 41.

(9) O. de Serres : *Théâtre d'Agriculture, 6[e] lieu, chap. XII et XXIII*, 1623.

rozes (c), buglosses (d), cichorées et autres semblables.... » (1).

Abstraction faite de ce que les paroles d'O. de Serres contiennent d'exagéré, on voit que l'illustre agronome connaissait non-seulement la greffe des plantes herbacées, mais encore leur greffe sur racines. Cette greffe, attribuée par Thouin à Agricola, lui est d'autant moins due qu'elle est décrite par Pline, Palladius et divers auteurs de l'antiquité.

Au XVIIIe siècle pourtant, on ne croit pas à la greffe des herbes (2). Il faut arriver à Tschudy (3) pour la voir prendre un nouvel et définitif essor.

Cet illustre agronome réussit de nombreuses greffes sur Solanées, Crucifères, etc. Il greffait le chou-fleur au moment de sa transplantation; il greffait avec succès, à l'aisselle des feuilles, plusieurs plantes sauvages.

En mariant la Tomate à la Pomme de terre, il pensait « *doubler l'héritage du pauvre* »; il voulait transformer le Chardon en Artichaut, etc. Malheureusement toutes ses espérances ne se réalisèrent point; mais il n'obtint pas moins de fort beaux résultats : ses greffes de Melon sur Concombre lui donnèrent pendant une partie de l'année des fruits que l'*on trouva meilleurs*, et sa greffe des Conifères à l'état herbacé a rendu d'immenses services.

Depuis, la greffe herbacée a été l'objet de travaux divers, dont je citerai les plus importants :

Noisette essaya la greffe des Cactées (*Crassula* sur *Cactus Opuntia*) et, surpris de la voir réussir, il prétendit que ce n'était pas une greffe, mais une bouture, car le greffon avait poussé des racines qui s'étaient implantées dans les feuilles du sujet et s'étaient même étendues dans l'atmosphère.

La fausseté de cette explication fut nettement démontrée par

(1) (a) *Giroflée;* (b) *Amaranthe queue de renard;* (c) *Alcea rosea;* (d) *Anchusa italica.*

(2) Consulter : *Mémoires de l'Ac. des Sc.*, année 1708, p. 85. — *Mercure de France*, février 1730, p. 299. — Duhamel : *Traité de la culture des terres*, p. 145. — *Mémoires de Trévoux*, mai 1714, p. 814, etc.

(3) Tschudy : *Essai sur la greffe de l'herbe des plantes et des arbres*, Metz. — De même que pour la greffe des plantes herbacées, la greffe des arbres à l'état herbacé n'appartient pas à cet auteur. Elle est décrite par Palladius. (*De re rustica*) et aussi par Pierre de Crescens. Il est de toute justice de dire, avec M. Duchartre (article Greffe du Dictionnaire d'Orbigny), que Tschudy a simplement remis la greffe herbacée en honneur.

Turpin (1), puis par Decaisne (2). Il y avait greffe au sens propre du mot.

On a réussi à placer la Pivoine sur la racine de Guimauve, le *Petunia* sur le Tabac, la Tomate sur la Douce-amère, l'Œillet sur rhizome de Saponaire, etc. (3).

Les résultats les plus saillants de ces greffes ont trait aux modifications produites dans la taille, le port, la floraison plus abondante ou plus précoce du greffon, la panachure, etc. (4).

Plus récemment, M. Strasbürger (5), ayant greffé l'*Atropa* sur la Pomme de terre, constata le passage de l'atropine du greffon dans le sujet. En Amérique, on a greffé les fruits de deux variétés de Tomates, et l'on prétend avoir produit ainsi une véritable hybridation.

Pour ces greffes, on peut utiliser les racines comme sujet. J'ai démontré qu'une racine munie de sa rosette de feuilles et formant greffon, reprend fort bien sur une autre racine et même sur une tige (6).

Peu après, M. Vöchting publiait son traité de la greffe (7). Les parties nouvelles de l'important ouvrage du professeur allemand portent surtout sur les greffes faites avec des membres entiers ou des morceaux de plantes, avec ou sans yeux, qu'il a placés normalement ou anormalement dans la direction de leurs trois axes ; et ceci tant dans les plantes herbacées que dans les plantes ligneuses.

La reprise s'est faite plus ou moins bien suivant les cas, la

(1) Turpin : *Mémoire sur la Greffe* (*An. des Sc. nat.*, 1831).

(2) Decaisne : *De la greffe herbacée* (C. R. *de l'Ac. des Sc.*, 1847), note dont une analyse a paru dans la « Revue botanique » de M. Duchartre, p. 466.

(3) Pour les renseignements relatifs à la pratique de ces greffes, on peut consulter, outre les journaux d'Horticulture, l'*Art de greffer*, de M. Baltet, un des meilleurs ouvrages du genre.

(4) Consulter les nombreux articles parus dans les journaux horticoles sur l'*Influence réciproque du sujet et du greffon*, et en particulier les remarquables articles de M. Sahut, dans la Revue horticole de 1885.

(5) Strasbürger : *Ueber Veredlungen* et *Ueber Verwachsungen und deren Folgen*, 1884.

(6) L. Daniel : *Sur la greffe des parties souterraines des plantes* (C. R. de l'Ac. des Sc., 21 septembre 1891). *Recherches sur la greffe des Crucifères* (C. R. de l'Ac. des Sc., 30 mai 1892).

(7) Vöchting : *Sur la greffe végétale*, Tubingen, 1892.

position normale donnant toujours les meilleurs résultats. Il se produit un simple retard d'accroissement.

La greffe de racines sur le pétiole d'une feuille de Betterave a réussi, tandis que la même opération réussit mal si l'on remplace la racine par une tige.

En fait de plantes annuelles et vivaces, l'union du *Solanum Dulcamara* et du *S. Lycopersicum* se réalise bien, mais le tout meurt pendant l'hiver.

En greffant entre elles des plantes de forme et de couleur différentes, on remarque que chacune conserve sa forme (1).

M. Vöchting a essayé sans succès l'hybridation de la Pomme de terre par la greffe (2).

Comme on le verra par la suite de ce travail, les intéressantes expériences de M. Vöchting diffèrent beaucoup des miennes. Relativement à la greffe herbacée, elles portent exclusivement sur la Betterave et le Chou-Rave.

Dans une question où les faits contradictoires abondent, on ne saurait étayer solidement une théorie à l'aide d'observations portant sur un si petit nombre de végétaux.

Je n'ai pas moi-même, bien que j'aie opéré sur un plus grand nombre de plantes, la prétention d'avoir donné la solution complète de la question.

II. — MORPHOLOGIE EXTERNE

Voici la liste des greffes que j'ai réussies, et dont *les greffons ont fructifié*. J'insiste sur ce point, car une greffe n'est véritablement pratique et réussie que si le greffon fournit ses fruits :

1. — Haricot nain sans parchemin sur lui-même ; tige jeune sur tige jeune.

2. — Haricot nain sans parchemin sur Haricot à rames ; tige jeune sur tige jeune.

3. — Haricot à rames sur Haricot nain ; tige jeune sur tige jeune.

(1) M. Vöchting est loin d'être d'accord avec la plupart des auteurs sur cette question.

(2) Niée par Duhamel et beaucoup d'auteurs, admise par Knight, etc., l'hybridation par la greffe est encore à l'état de problème.

4. — Haricot flageolet nain sur Haricot d'Espagne et sur Soissons ; tige jeune sur tige jeune.

5. — Haricot noir de Belgique sur Haricot rouge rognon de coq et sur Haricot nain de Soissons ; tige jeune sur tige jeune.

6. — Haricot nain de Soissons sur Haricot rouge rognon de coq et sur Haricot noir de Belgique ; tige jeune sur tige jeune.

7. — Pois ridé de Knight sur Fève ; tige jeune sur tige jeune.

8. — Petit Pois très nain sur Fève ; tige jeune sur tige jeune.

9. — Chou de Milan sur Chou-Rave ; tige jeune sur jeune racine.

10. — Chou vert sur Alliaire ; tige âgée sur racine âgée et tige jeune sur racine âgée.

11. — Chou de Mortagne sur Navet long à collet rose ; tige jeune sur racine jeune.

12. — Navet long à collet rose sur Chou de Mortagne ; racine jeune sur tige jeune.

13. — Rave blanche sur Chou de Mortagne ; tige à fleurs sur tige jeune.

14. — Chou-Rave sur Chou de Mortagne ; tige à fleurs sur tige jeune.

15. — Chou de Bruxelles sur Chou de Mortagne ; tige à fleurs sur tige jeune.

16. — Chou de Milan sur Chou de Mortagne ; tige à fleurs sur tige jeune.

17. — Navet rond à collet rose sur Chou nantais ; racine jeune sur tige jeune.

18. — *Brassica Cheiranthus* sur Chou vert ; tige âgée sur tige jeune.

19. — *Barbarea intermedia* sur Alliaire ; racine âgée sur racine âgée.

20. — Corbeille d'argent sur Chou vert ; racine âgée sur tige âgée.

21. — Alliaire sur Chou vert ; racine âgée sur tige âgée et racine âgée sur tige jeune.

22. — *Barbarea intermedia* sur Chou vert ; racine âgée sur tige jeune.

23. — Giroflée sur Chou vert ; tige âgée sur tige jeune.

24. — Giroflée sur Alliaire ; tige âgée sur racine âgée.

25. — Alliaire sur Navet ; racine âgée sur racine âgée.

26. — Navet sur Alliaire ; racine âgée sur racine âgée.

27. — Fenouil sur Carotte sauvage ; racine âgée sur racine âgée.

28. — Persil sur *Sison Amomum* ; racine âgée sur racine âgée.

29. — Carotte sur Panais ; racine jeune sur racine jeune.

30. — Panais sur Carotte ; racine jeune sur racine jeune.

31. — Céleri sur Panais ; racine jeune sur racine jeune.

32. — Laitue d'hiver sur *Lactuca Scariola* ; racine âgée sur racine âgée.

33. — Laitue de printemps sur Salsifis ; racine jeune sur racine jeune.

34. — Salsifis sur Scorzonère ; racine âgée sur racine âgée.

35. — Scorzonère sur Salsifis ; racine jeune sur racine jeune.

36. — *Tagetes signata*, var. *pumila* sur *Tagetes patula* ; tige jeune sur tige jeune.

37. — Carthame sur Soleil ; tige jeune sur tige jeune.

38. — *Barkhausia taraxacifolia* sur Pissenlit ; racine âgée sur racine âgée.

39. — *Barkhausia taraxacifolia* sur *Hypochœris radicata* ; racine âgée sur racine âgée.

40. — Ballote sur Lamier pourpre ; tige jeune sur tige jeune.

41. — *Linaria vulgaris* sur *Antirrhinum majus* ; tige jeune sur tige jeune.

42. — *Dianthus* sur *Lychnis dioica* ; racine âgée sur racine âgée.

43. — Amandier sur Cerisier ; tige âgée sur tige âgée.

44. — Pêcher sur Cerisier ; tige âgée sur tige âgée.

45. — Prunier sur Cerisier Sainte-Lucie ; tige âgée sur tige âgée.

46. — Amandier sur Cerisier Sainte-Lucie ; tige âgée sur tige âgée.

J'étudierai successivement ces greffes en les divisant en trois catégories d'après la nature du greffon, c'est-à-dire suivant que le greffon appartient à une plante annuelle, à une plante bisannuelle ou à une plante vivace.

1° Le greffon appartient a une plante annuelle

a. — *Le sujet est une plante annuelle.* — Dans beaucoup de ces plantes, la tige devient creuse de bonne heure et se prête difficilement à la greffe. Souvent aussi la greffe sur racines est peu pratique.

J'ai tourné la difficulté en opérant sur de jeunes plantules (Haricots, etc.), ou sur de très jeunes pousses (Linaire, Ballote),

quand les plantules, filiformes, ne peuvent pratiquement se greffer, même en approche.

Il est d'ailleurs préférable de greffer entre elles des plantules arrivées au même degré de développement. Ce n'est évidemment pas la date du semis qu'il faut considérer, car il peut se faire que les plantes germent avec des rapidités inégales. J'ai opéré, en règle générale, avant la chute des cotylédons.

Les greffes en approche m'ont toujours fourni de moins bons résultats que les greffes en fente, car au moment du sevrage, le greffon subit une nouvelle crise, dont l'issue est assez souvent funeste. Avec la greffe en fente, le greffon souffre plus au début, mais une fois l'union des deux plantes opérée, la réussite est définitive. Cette union, à la condition d'opérer à l'étouffée, se fait très rapidement et ne demande le plus souvent pas plus d'une semaine.

Je n'emploie aucun mastic. Le collodion, recommandé par Lindley pour la cicatrisation des boutures et justement critiqué par Desbois (1), fait pourrir très rapidement sujet et greffon.

Les greffons des diverses Légumineuses sont restés moitié plus petits que leurs congénères non opérés. Le Haricot, greffé sur lui-même, n'a pas fait exception (2).

La floraison a été un peu retardée ; par le fait de la réduction de taille, les fleurs étaient moins nombreuses, mais elles étaient plus rassemblées en tête. Ces effets étaient particulièrement marqués dans les variétés naines, et surtout dans le petit Pois très nain qui était réduit à une simple masse de fleurs.

Les variétés à rames, bien que devenues plus petites, ont conservé leur forme habituelle, les entrenœuds restant moins nombreux, mais allongés.

Les fruits et les graines se sont normalement développés, sans modifications dans la grosseur ou l'aspect extérieur. Ainsi le Pois ridé à rames est resté ridé ; le Haricot rouge placé sur Haricot

(1) Desbois : *Boutures faites au collodion* (*L'Horticulteur français*, 1854, p. 161).

(2) Ce fait a une certaine importance au point de vue théorique, car il démontre clairement le rôle du bourrelet dans la greffe. On ne saurait en effet attribuer à une autre cause la modification de taille puisqu'il s'agit de la même plante, greffée sur elle-même ; il n'y a dès lors aucune différence dans les tissus ou les produits propres du greffon et du sujet. — Voir plus loin à la Physiologie.

blanc a donné des graines rouges, le Haricot noir sur le Haricot rouge ou blanc a donné des graines noires et inversement.

De même, dans le Carthame, les fleurs étaient moins nombreuses et la tige plus petite, bien qu'il fût placé sur un sujet beaucoup plus vigoureux que lui. La tige ne s'est pas ramifiée et a fourni un seul capitule, comme cela arrive pour les échantillons trop serrés ou souffrant de la sécheresse.

Les *Tagetes* sont simplement devenus un peu plus petits, mais la floraison n'a pas été modifiée d'une façon bien sensible.

b. — *Le sujet est une plante bisannuelle.* — En greffant la Laitue d'hiver sur le *Lactuca Scariola*, on obtient une soudure parfaite, mais la Laitue ne pomme pas et monte directement à graine comme le ferait le sujet. Au point de vue pratique, une semblable opération serait un contre-sens.

La greffe de Laitue de printemps sur Salsifis est curieuse au point de vue théorique. Elle réussit fort bien sur une racine de Salsifis jeune, n'ayant pas encore commencé ses réserves, mais elle ne réussit jamais sur une racine de Salsifis à sa deuxième année de développement.

Or, dans les deux cas, la soudure anatomique des deux plantes se fait avec une égale facilité. Mais tandis qu'une suppression régulière des racines ou des yeux adventifs empêche la séparation du sujet et du greffon dans le cas de la racine jeune, cette suppression amène la mort du tout dans le cas de la racine âgée.

De même que précédemment, la Laitue de printemps a monté directement à graines sans avoir préalablement pommé. La taille du greffon est restée moitié moindre environ que celle des Laitues non greffées, fig. 14, pl. 2.

c. — *Le sujet est une plante vivace.* — Je n'ai jusqu'ici réussi qu'une seule greffe de ce genre : celle du *Lamium purpureum* sur Ballote. Le greffon n'a présenté aucune modification intéressante dans la taille, la floraison ou la fructification. Il est resté annuel. Quant au sujet, il a survécu, grâce aux yeux de remplacement qui se sont développés au-dessous du niveau de la greffe.

2° Le greffon appartient a une plante bisannuelle

a. — *Le sujet et le greffon bisannuels sont tous deux à leur première*

année de développement. — Ces greffes, faites sur racines ou sur tiges, reprennent très facilement.

1. — Chou de Milan sur Chou Navet. — Cette greffe a été faite, entre jeunes semis de l'année, le 1er juin, et a très bien réussi malgré la sécheresse.

Le greffon a produit une pomme un peu moins serrée qu'à l'ordinaire ; les feuilles étaient restées un peu plus ouvertes.

Le tubercule-sujet s'est aussi développé, bien que le greffon fût incapable de former des réserves dans sa racine propre ; toutefois, il n'a pas atteint la grosseur normale des tubercules provenant de plants non greffés, fig. 1, pl. 1 (1).

Cette diminution de taille peut n'être pas le fait de la greffe, car mes plantes, placées à l'exposition nord et près d'un mur, se trouvaient dans des conditions défavorables.

Peut-être pourrait-on par ce procédé obtenir une double récolte.

Au point de vue de la saveur, le tubercule avait fort bon goût, il était fort tendre, bien qu'on eût pu croire le contraire à la vue de son abondant chevelu.

Quant au Chou de Milan, sa saveur était changée ; elle était plus douce et moins caractérisée que celle des Choux non greffés. Sa moelle, au lieu de l'odeur habituelle, avait une forte odeur de Navet.

Cet exemple montre bien que l'on peut, par la greffe, modifier la saveur des légumes, tout comme on peut modifier celle des fruits.

2. — Navet long à collet rose sur Chou de Mortagne et vice-versâ. — J'ai opéré dans des conditions variées, au 1er septembre 1892. Le sujet était un Chou provenant des semis de mars, peu développé ; et le greffon, un Navet long à racine encore mince, provenant des semis d'août. L'opération se fait comme l'indique la figure 2, pl. 1.

Dans un premier lot de greffes, j'ai enterré complètement la greffe dans le sol, en ne laissant sortir que la pointe des feuilles du greffon. Dans un second, je l'ai mise au niveau du sol, de telle façon que la racine-sujet occupât sa position normale. Enfin, dans un troisième lot, la partie opérée a été en totalité placée au-dessus du sol.

J'ai placé le tout sous cloche, par une sécheresse intense ; j'ai modérément arrosé au début de la transplantation, afin d'assurer la reprise du sujet.

(1) Ces figures ont été en partie dessinées d'après nature et d'après des photographies faites par un amateur, M. Morin, que je suis heureux de remercier ici.

Au bout de huit jours d'étouffée complète, je laisse rentrer l'air. Les greffes hors de terre sont les seules qui paraissent souffrir au contact de cet air. La pluie survenant à ce moment, elles redeviennent assez vigoureuses, et leur reprise est alors certaine.

Toutes ces greffes ont donc réussi. Au 10 décembre suivant, elles présentaient l'aspect représenté par les fig. 5, pl. 1 ; 11 et 12, pl. 2.

Les greffes placées au niveau du sol sont les plus belles ; le Navet s'est formé dans le greffon seulement et a atteint la grosseur de ses congénères non greffés. Le sujet a conservé sa chlorophylle ; sa taille n'a pas augmenté ; les lèvres de la fente se sont conservées intactes. Quelques racines adventives commencent à pousser sur le greffon.

Dans les deux autres lots de greffes, le Navet atteint à peine la grosseur du doigt. La tige-sujet n'a pas grossi, mais tandis qu'elle est restée verte et saine dans la greffe au-dessus du sol, elle a pourri partiellement dans la greffe enfouie dans le sol ; les lèvres de la fente sont endommagées, la chlorophylle a disparu. Les feuilles des greffons de ces deux derniers lots sont moins nombreuses et moins vigoureuses que dans les greffes placées au niveau du sol.

Quand on greffe des racines sur des tiges, il faut, pour bien réussir, se rapprocher le plus possible des conditions de la nature.

Ces greffes ont bien résisté aux froids de l'hiver.

Le Navet rond à collet rose greffé en juin sur Chou nantais (semis de septembre de l'année précédente) (semis de mars) m'a fourni des résultats analogues, fig. 3 et 4, pl. 1.

Contrairement à ce qui s'est passé pour le Chou de Milan sur Chou-Navet, *les réserves se sont formées exclusivement dans le greffon*, ce qui donne à ce genre de greffes un aspect assez original.

Un résultat différent est fourni par la greffe inverse du Chou de Mortagne sur le Navet long à collet rose.

Quoique le Navet supporte difficilement la transplantation, toutes les greffes ont réussi, en opérant à l'étouffée comme précédemment.

L'opération a été faite le 1er septembre 1892 et pendant plusieurs mois on aurait pu croire que le Chou était incapable de former des réserves au Navet ; car, jusqu'au printemps la racine du sujet est restée grêle ; vers la mi-avril elle n'avait encore que 7 à 8 millimètres de diamètre.

Mais à cette époque la racine commence à grossir et un mois

plus tard elle a déjà atteint un diamètre de 2 centimètres. En outre, restée blanche jusqu'alors, elle acquiert à son sommet la coloration rose caractéristique de la variété à laquelle appartient le sujet. A la fin d'août le diamètre du tubercule du Navet est de un décimètre environ.

De son côté, le Chou a pommé, mais sa taille est restée inférieure à celle des témoins non greffés.

On voit donc ici encore, comme dans le cas du Chou de Milan sur le Chou Navet, que des réserves peuvent être fabriquées dans le sujet, grâce au fonctionnement de l'appareil assimilateur du greffon.

3. — Carotte sur Panais et vice-versà ; Céleri sur Panais. — J'ai opéré, entre jeunes semis de mars, le 1er juin. J'ai placé la Carotte blanche sur le Panais, et le Panais sur la Carotte rouge, au moment où les réserves n'ont pas encore commencé. On favorise la réussite en entamant à peine la racine-sujet, de telle façon que quelques feuilles adventives puissent se développer au niveau de la greffe et activer ainsi la cicatrisation et la reprise. On les supprime évidemment dès que le succès est certain.

Les figures 7, 8, 9 et 10, pl. 2, montrent ce qui s'est passé dans chaque greffe. Chaque racine a conservé la grosseur qu'elle avait au moment du greffage. Celle de Panais servant de sujet à la Carotte est plus grosse, parce qu'elle a conservé bien plus longtemps ses feuilles adventives à l'aide desquelles elle a pu continuer à fabriquer des réserves.

On remarque que la Carotte rouge sujet n'a pas communiqué sa couleur au Panais, et que le Céleri, pas plus que les autres greffons, n'a pu fabriquer les réserves qui se forment normalement dans les sujets sur lesquels on les a placés (fig. 10, pl. 2).

4. — Salsifis sur Scorzonères et vice-versà. — Ces greffes réussissent, mais la production des réserves paraît considérablement entravée. La racine-sujet grossit à peine, et le greffon est peu vigoureux.

b. — *Le greffon, à sa 1re année de développement, est placé sur un sujet bisannuel à sa deuxième année de développement.* — Ces greffes réussissent plus difficilement que les précédentes. Telles greffes qui réussissent sur un sujet jeune ne réussissent pas sur un sujet âgé : Laitue et Scorzonère sur Salsifis, par exemple.

J'ai réussi la greffe du Chou vert sur l'Alliaire (1). Les greffons provenant des semis d'août, ont été placés, fin janvier, sur la racine âgée de l'Alliaire, puis replantés après l'opération ; sujet et greffon avaient sensiblement la même grosseur, soit 7 à 8 millimètres.

Fin mars, les greffons ont poussé vigoureusement, mais, pour retirer du sol une nourriture suffisante, ils ont obligé la racine-sujet, qui ordinairement ne dépasse guère 8 millimètres de diamètre, à s'hypertrophier à un tel point, que son épaisseur est devenue moitié plus grande dans la plupart des échantillons.

Mais ces greffons qui, toutefois, n'ont pas atteint la taille des Choux non greffés, ont beaucoup souffert du froid, et la plupart ont gelé dans le courant de l'hiver.

c. — *Le greffon, à sa deuxième année de développement, est placé sur un sujet à sa première année de développement.* — Ces greffes réussissent comme les précédentes. Les Alliaires et le *Barbarea intermedia* placés sur Chou vert se sont développées comme sur leur propre racine et ont parfaitement fructifié. Toutefois les greffons sont restés de plus petite taille.

Quant au Chou-sujet, il a conservé la taille qu'il avait au moment où il avait été greffé, taille suffisante pour assurer le développement d'un greffon qui, adulte, ne dépasse pas ces dimensions.

Le tout meurt après fructification.

d. — *Le greffon et le sujet sont à leur deuxième année de développement.* — En général, ces greffes sont faciles à réussir. Le greffon se développe sans provoquer une hypertrophie quelconque dans le sujet. Le plus souvent, la taille du greffon est diminuée un peu (Persil sur Sison, Fenouil sur Carotte, *Barbarea* sur Alliaire, Laitue sur *Lactuca Scariola*).

Lorsqu'on greffe une branche à fleurs, très jeune, de Chou vert sur Alliaire, on ne remarque plus aucune hypertrophie du sujet, contrairement à ce qui a lieu quand on y place une plante entière. La racine-sujet suffit ainsi au développement d'une petite partie d'une plante quand, pour la nourrir entière, elle est obligée de s'hypertrophier (2).

(1) L'Alliaire est une plante le plus souvent bisannuelle, quelquefois vivace.

(2) Ces faits, qui démontrent très nettement l'influence du greffon sur le développement du sujet, se retrouvent dans les plantes ligneuses. J'ai observé, au jardin public de Château-Gontier, des greffes d'Alisier sur Épine blanche faites en 1840. Sous l'influence d'un seul greffon, la tige sujet atteint le diamètre de 30 centi-

Les graines de ces divers greffons ont été semés en partie au mois d'août dernier. J'indiquerai déjà un premier résultat. Les graines des Navets greffés sur Alliaire ont bien germé ; les plants issus de ces graines n'ont pas fourni de racine tuberculeuse, mais bien une racine analogue à celle de l'Alliaire. Il y a là une sorte de retour de la plante cultivée vers le type sauvage qui provient sans doute de l'influence du sujet sur lequel elle était placée. Ce fait concorde avec ce que l'on a observé en Angleterre à propos du Chou (1) et montre bien quelle influence la greffe peut avoir sur la production des variétés.

e. — *Le greffon, à sa deuxième année de développement, est placé sur un sujet vivace.* — De ces greffes, la plus intéressante est celle de Salsifis sur Scorzonère. Cette greffe reprend fort bien, tandis que la greffe inverse ne reprend pas.

Le greffon se comporte d'une façon variable. Tantôt il ne fleurit pas dans l'année et deviendrait plurannuel si on le préservait des gelées (il meurt, ainsi que le sujet, par les grands froids de l'hiver). Tantôt sa floraison est simplement retardée, et il meurt après la fructification.

Dans ces greffes, comme dans celles de *Barkhausia* sur Pissenlit ou *Hypochæris*, si la section de la racine-sujet n'a pas été faite trop loin du collet, des yeux adventifs apparaissent et le sujet vivace, débarrassé de son parasite, reprend vie pour son propre compte.

Le greffon est en général plus petit que ses congénères non greffés, mais les graines sont abondantes et bien formées.

3° Le greffon est une plante vivace

a. — *Le sujet est une plante annuelle.* — Les greffes de cette catégorie réussissent rarement. J'ai réussi seulement la greffe de la Ballote sur le Lamier pourpre, en opérant au printemps entre jeunes pousses. Mes autres essais n'ont pas réussi.

b. — *Le sujet est une plante bisannuelle à sa première ou sa*

mètres ; avec deux greffons, une autre Épine atteint presque 40 centimètres, quand les Épines blanches non greffées placées côte à côte des précédentes ont au plus 15 centimètres de diamètre. Les auteurs indiquent seulement l'influence du sujet Aubépine sur l'Alisier. Comme on le voit, l'influence est réciproque.

(1) Cf. Beurrier : *Du Chou greffé* (*Rev. hort.*, 1875).

deuxième année de développement. — La greffe est facile et reprend bien. Les pousses de Chou Giroflée (*B. Cheiranthus*), de *Cheiranthus Cheiri et* d'*Arabis alpina* placées sur Chou vert, à sa première année de développement, ont fleuri et fructifié.

Mais, quoique chaque greffon eut poussé des rosettes ou des yeux de remplacement, la mort du sujet survenant après la fructification a fait périr le tout. Les résultats sont les mêmes si le sujet *est une plante bisannuelle à sa deuxième année de développement* (Giroflée sur Alliaire, etc.).

c. — *Le sujet est une plante vivace.* — Le greffon appartient-il à une plante vivace dont les tiges meurent chaque année en partie, il meurt en entraînant la mort de la portion de tige sur laquelle il est greffé, mais le sujet continue à vivre (Linaire sur Muflier, tige jeune sur tige jeune).

Mais en greffant sur racines, sujet et greffon restent vivaces (*Dianthus* sur *Lychnis dioica,* racine sur racine).

Dans ce groupe rentrent un certain nombre de greffes ligneuses qui, sans être absolument nouvelles puisqu'elles sont en partie indiquées par O. de Serres (1), offrent un certain intérêt puisqu'elles étaient tombées si complètement dans l'oubli qu'on a pu récemment considérer l'une d'elles comme nouvelle (2).

Il s'agit de la greffe des diverses Rosacées à noyau entre elles. Des greffes en fente sur scions d'un an ont été faites au Laboratoire de Fontainebleau ; ont réussi : 3 greffes sur 4 d'Amandier sur Cerisier ordinaire ; 4 greffes sur 4 de Pêcher sur Cerisier ordinaire ; 3 greffes sur 4 de Prunier sur Cerisier Sainte-Lucie ; 2 greffes sur 4 d'Amandier sur Cerisier Sainte-Lucie.

Ces greffes, faites le 20 mars 1892, ont mieux réussi que les greffes classiques de Pêcher sur Amandier et Prunier, faites à la même époque et dans les mêmes conditions.

On sait que la culture du Pêcher devient de plus en plus difficile dans certains terrains, à tel point que l'on a pu se demander si cet arbre n'est pas appelé à disparaître un jour de nos cultures (3). A ce point de vue, la greffe de Pêcher sur Cerisier pourrait rendre des services. Je me bornerai aujourd'hui à signaler ce fait à

(1) O. de Serres : *Théâtre d'Agriculture*, 1623.
(2) Voir la greffe de Cerisier sur Amandier (*Rev. hort.*, 1885, p. 530).
(3) Voir l'article consacré au Pêcher dans la *Rev. hort.* de 1884.

l'attention des praticiens (1), l'expérience seule pouvant déterminer ce qu'il y a de fondé dans cette manière de voir.

Enfin, j'ajouterai que la greffe des plantules d'arbres réussit fort bien (diverses variétés de Poirier entre elles, de Pommier, d'Erable, etc.). Cette greffe, appliquée aux plantules du Noyer par le baron Tschudy, était aussi complètement tombée dans l'oubli. Elle est la meilleure de toutes quand on veut réduire au minimum les effets du bourrelet de la greffe.

III. — Conclusions

1° *La greffe réussit assez souvent entre genres appartenant à des sous-tribus, ou même à des tribus différentes d'une même famille* : Fenouil (Cicutées) *et* Carotte (Laserpitiées), Panais (Angélicées) *et* Carotte (Laserpitiées); *les diverses* Chicoracées *entre elles* ; le Carthame (Flosculeuses) *et le* Soleil (Radiées) ; *la* Giroflée, *le* Barbarea, *l'*Arabis alpina (Cheiranthées) *sur l'*Alliaire (Sisymbriées) *et le* Chou (Brassicées) ; *l'*Alliaire (Sisymbriées) *sur le* Chou, *le* Navet (Brassicées), *etc.*

2° *La greffe des plantes herbacées dont la tige devient lacuneuse réussit quand on opère sur des plantules, au moment où la moelle n'a pas perdu la faculté de redevenir génératrice* (Haricots, etc.). *La greffe des plantules réussit également sur les arbres et permet de réduire au minimum les conséquences du bourrelet* (Pommier, Poirier, etc.).

3° *La greffe sur racines est une des meilleures pour les plantes herbacées. Lorsque l'on opère sur des racines tuberculeuses, elle réussit mieux si l'on prend des racines jeunes, n'ayant pas encore commencé leurs réserves. Il peut même arriver que la greffe ne soit possible qu'à ce moment* (Laitue *sur* Salsifis, Scorzonère *sur* Salsifis).

4° *On peut avec succès greffer une racine munie de sa rosette de feuilles sur une tige formant sujet* (Navet *sur* Chou, etc.). — *La reprise se fait mieux quand la racine greffon se trouve placée dans le sol à sa hauteur normale. Placé trop haut, le greffon peut se dessécher ; trop enfoncé dans le sol, le sujet pourrit en partie et le greffon tend à s'affranchir.*

En règle générale, on a d'autant plus de chance de réussir une

(1) Dans les Comptes-Rendus de la Société d'Horticulture de Soissons (1869), on trouve un exemple de greffe d'un Prunier abricoté sur un Cerisier Sainte-Lucie, puis surgreffé avec un Pêcher, ce qui aurait donné d'excellents résultats.

greffe que l'on place les deux plantes dans les conditions les plus voisines de celles où elles se trouvent habituellement.

5° *La durée des plantes greffées est plus ou moins modifiée par la greffe. Les plantes annuelles, greffées sur des plantes bisannuelles ou vivaces, restent annuelles et entraînent la mort partielle ou totale du sujet : mort partielle si la section, faite près du sommet végétatif, permet au sujet de donner des yeux adventifs; mort totale dans le cas contraire. Le résultat est indépendant de l'âge du sujet.*

Les plantes bisannuelles greffées entre elles à divers âges ou sur des plantes vivaces restent bisannuelles ; elles entraînent la mort du sujet dans les mêmes conditions que les plantes annuelles. Il y a exception pour le Salsifis *greffé sur* Scorzonère *qui devient plurannuel.*

Les plantes vivaces greffées sur plantes annuelles ou bisannuelles meurent avec le sujet ; elles continuent à vivre si on les greffe sur un sujet vivace (Dianthus *sur* Lychnis).

Enfin les plantes herbacées greffées résistent en général moins bien au froid (Chou, Salsifis, etc.).

Le plus souvent l'époque de la floraison du greffon se trouve retardée dans les plantes annuelles ; il en est de même dans les plantes bisannuelles ou vivaces, au moins la première année du greffage.

6° *Le sujet et le greffon agissent réciproquement l'un sur l'autre. Tantôt c'est le greffon qui règle les dimensions du sujet, dont les fonctions sont en quelque sorte réduites à l'aspiration de la sève brute (quelques* Crucifères *et* Rosacées) ; *tantôt c'est le sujet qui modifie la taille du greffon qui devient environ moitié plus petit* (Haricot *et la majeure partie des greffes herbacées*) ; *tantôt enfin, c'est la saveur du sujet ou du greffon qui est changée* (Chou de Milan *sur* Chou Rave).

7° *En greffant une plante cultivée sur une plante sauvage, on affaiblit en général les qualités potagères de la plante, qui peuvent même disparaître complètement* (Laitue *sur* Laitue sauvage *ou sur* Salsifis).

8° *Si l'on sème les graines fournies par une plante herbacée greffée sur une plante sauvage, on obtient dans certaines plantes un retour très marqué vers le type sauvage. Les plantes issues de ces semis perdent alors en grande partie leur valeur alimentaire* (Navet *sur* Alliaire).

Il est donc évident que si l'on veut, par la greffe suivie de semis, améliorer une plante herbacée, il faut la greffer exclusivement sur les plantes qui lui sont supérieures au point de vue des qualités potagères qu'on veut lui faire acquérir. *(A suivre).*

SUR UN NOUVEAU MODE DE PROPAGATION

DU

POURRIDIÉ DE LA VIGNE

par M. A. PRUNET

On sait que le travail de reconstitution des vignobles détruits par le Phylloxera, à l'aide de porte-greffes d'origine américaine, se poursuit avec activité dans le midi et le sud-ouest de la France. Au début de ce mouvement, les cépages français n'étaient greffés sur les américains que lorsque ceux-ci étaient déjà racinés soit dans une pépinière, soit même en place dans le vignoble. Depuis un certain nombre d'années déjà, beaucoup de pépiniéristes et de viticulteurs, afin de gagner du temps, ont adopté une autre pratique : les greffons ne sont plus fixés sur des porte-greffes racinés mais sur de simples fragments de rameaux ; les greffes-boutures ainsi obtenues sont ensuite mises en pépinière. On a deux aleas à courir en même temps, la reprise de la bouture et la soudure de la greffe, mais on se trouve en avance d'une année.

Les greffes-boutures sont ordinairement faites à l'avance en février ou en mars et sont ensuite enfoncées dans du sable plus ou moins humide jusqu'au moment de leur mise en pépinière, c'est-à-dire pendant un temps qui peut varier de quelques jours à deux mois. On conserve de même dans le sable les rameaux de cépages américains qui doivent servir simplement de boutures ou les sarments de plants français qui seront greffés sur des plants déjà racinés, ou même accidentellement des plants américains racinés qui attendent là leur mise en place dans le vignoble. Cette pratique, à laquelle on a donné le nom de stratification, a pour but de retarder la végétation des plantes ou sarments jusqu'à ce que les circonstances extérieures permettent leur utilisation. Le sable mis à l'abri

sous un hangar, dans un cellier ou dans tout autre lieu, de préférence aux expositions du nord, constitue en effet un milieu généralement peu humide, mal aéré, à température assez basse et par suite peu propre à provoquer la poussée des bourgeons ou la formation des racines.

Or, une aération insuffisante, surtout si elle coïncide avec un certain degré d'humidité, peut, à certains égards, présenter quelques inconvénients, par exemple, en favorisant le développement des Champignons. M. Viala (1) a déjà signalé la présence du *Sclerotinia Fuckeliana* de Bary sur des greffes-boutures ainsi conservées dans le sable. Les sclérotes du Champignon, s'insinuant entre les surfaces de contact des greffons et des porte-greffes, en empêchaient la soudure. Ce développement, plutôt accidentel que parasitaire, s'il peut parfois occasionner des pertes d'une certaine importance, n'a pas toutefois de conséquences ultérieures graves, le *Sclerotinia Fuckeliana* étant, en dehors de ce cas particulier, une espèce inoffensive dont la forme conidifère (*Botrytis cinerea Pers.*) vit normalement en saprophyte sur les divers organes de la Vigne. C'est ainsi que lorsque les greffes-boutures atteintes sont mises en pépinière, le porte-greffe peut s'enraciner et devenir ainsi susceptible d'être greffé l'année suivante.

Il m'a été donné de constater que la pratique de la stratification peut avoir dans certains cas des conséquences beaucoup plus redoutables.

Un viticulteur-pépiniériste du Sud-Ouest ayant soumis, cette année, à mon examen, une vigne constituée à l'aide de greffes-boutures au printemps de l'année 1892, vigne qui se trouvait dans un état manifeste de dépérissement, je pus constater que les parties souterraines des pieds malades ou morts étaient plus ou moins recouvertes d'une couche floconneuse presque uniforme, de couleur brune, se décomposant au microscope en filaments mycéliens, rigides, flexueux, légèrement variqueux au niveau des cloisons assez distantes, et dont le diamètre, à peu près uniforme, était voisin de 2 μ ; ces filaments, distribués dans tous les sens, vaguement enchevêtrés, étaient en relation avec des filaments incolores, plus fins, régulièrement cylindriques, souvent associés en cordons rhizoïdes

(1) P. Viala : *Une maladie des greffes-boutures* (Revue générale de Botanique, T. III, p. 145, 1891).

imparfaits, pénétrant dans l'intérieur des tissus et remplissant plus ou moins la cavité des cellules et des vaisseaux. C'étaient là les caractères du mycelium du *Dematophora glomerata* Viala, c'est-à-dire du champignon qui cause habituellement le Pourridié de la Vigne dans les sables ou les terrains meubles. L'observation ultérieure de nombreux conidiophores sur le mycélium des pieds les plus atteints vint bientôt confirmer ma première détermination. Ces conidiophores se présentaient sous l'apparence de petites colonnes cylindroïdes, grêles, de 1^{mm} à $2^{mm}5$ de longueur, de couleur noire, formées de filaments mycéliens étroitement accolés et couvertes dans leurs tiers supérieurs de conidies brunes insérées isolément à l'extrémité de courtes basides.

Des vignes plantées les années précédentes dans le même terrain, et tout à côté, se montrant absolument indemnes, je fis une enquête pour rechercher la cause de cette anomalie. J'appris que les greffes-boutures, qui avaient servi à constituer la vigne malade, avaient séjourné pendant un temps assez long avant d'être plantées dans une masse de sable placée dans une cave obscure, humide et mal aérée. Ce sable servait depuis plusieurs années à la stratification des boutures et des greffes-boutures et recevait même des plants racinés. Les plants ou les sarments non utilisés étaient oubliés dans le sable jusqu'à l'année suivante et sans doute même plus longtemps. Le *Dematophora glomerata* avait trouvé là un milieu favorable et s'était abondamment développé sur des sarments oubliés depuis plusieurs années peut-être. Il était accompagné de quelques espèces saprophytes d'un intérêt beaucoup moindre. Les greffes-boutures employées à constituer la vigne malade avaient été, aussitôt faites, enfoncés dans ce sable et n'en étaient sorties que pour être plantées dans la vigne même. C'était donc dans le sable que les greffes-boutures avaient puisé les germes de la maladie. Les pépinières faites à l'aide de boutures ou de greffes-boutures ayant séjourné plus ou moins longtemps dans le même sable, étaient en divers points envahies par le *Dematophora glomerata*. Des boutures et des plants racinés vendus d'ailleurs avec une entière bonne foi par ce viticulteur et qui avaient été mis en stratification pendant quelque temps, s'étaient plus ou moins contaminées, et le Pourridié avait attaqué les plantations qui en étaient issues chaque fois que

le parasite avait trouvé réunies des conditions favorables à son développement.

Les observations qui précèdent étaient à peine terminées, que j'eus l'occasion d'en faire d'analogues, chez un second viticulteur-pépiniériste. Le *Dematophora glomerata*, développé sur des fragments de racines ou des débris de sarments laissés dans le sable, avait envahi plus ou moins les plants et les rameaux qu'on y avait mis en stratification, et, par leur intermédiaire, s'était établi dans une pépinière et en deux points différents d'un même vignoble.

Ce qui donne à ces faits une gravité exceptionnelle, c'est que non-seulement les plants atteints de Pourridié périssent infailliblement, mais encore le terrain qui les porte reste contaminé et impropre pour longtemps à un grand nombre de cultures. Les travaux de drainage et d'assainissement qui arrêtent en général les progrès du Pourridié, dû, soit à l'*Agaricus melleus* L., soit au *Dematophora necatrix* Hartig, ne paraissent pas, en effet, avoir beaucoup d'influence sur la marche du Pourridié, produit par le *Dematophora glomerata*. Ces faits sont encore aggravés par cette circonstance, que la contamination passera presque toujours inaperçue, car le séjour des plantes dans le sable n'est pas en général assez long, pour que le mycélium externe du *Dematophora* puisse, par son développement à leur surface, attirer l'attention des viticulteurs.

Chez le second viticulteur comme chez le premier, les sables contaminés se trouvaient dans un endroit obscur, humide, mal aéré, et renfermaient des débris organiques divers : fragments de racines ou de rameaux, sarments entiers, etc. Toutes ces conditions étant de nature à permettre le développement d'un grand nombre d'espèces de Champignons et du *Dematophora glomerata* en particulier, on doit s'attacher à les supprimer étant donné qu'elles ne sont pas nécessaires à la conservation des boutures et des greffes-boutures stratifiées.

Une application rigoureuse des règles suivantes mettra les viticulteurs et les pépiniéristes à l'abri de toute surprise.

Les sables destinés à la classification des boutures, greffes-boutures ou plants racinés de Vigne, seront placés dans un endroit sec, bien éclairé et bien aéré, de préférence dans un hangar exposé au

nord ; ils ne contiendront pas une quantité d'eau supérieure à 10 °/₀ et seront soigneusement débarrassés de tout débris organique ; on n'y laissera jamais séjourner les boutures ou les plants non utilisés ; ils seront passés au four chaque année, à une époque aussi rapprochée que possible de celle de leur emploi, et dans les cas assez rares d'ailleurs où cette opération serait difficile à réaliser, pendant les grandes chaleurs de l'été, les sables seront étalés sur une aire plane, en plein soleil, et remués fréquemment à la pelle.

QUELQUES PROCÉDÉS PRATIQUES DE MICROGRAPHIE

par M. Léon FLOT.

L'emploi des inclusions, en anatomie végétale, n'est pas encore entré dans la pratique de tous les jours et semble réservé aux recherches délicates qui nécessitent l'emploi des microtomes perfectionnés. Cela tient à la longueur ou à la multiplicité des opérations préliminaires nécessaires pour assurer l'adhérence parfaite (ou la pénétration) de la masse d'inclusion avec l'objet à étudier. Lorsqu'on emploie la paraffine, l'orientation des coupes devient très difficile, sinon impossible; avec d'autres procédés, il est nécessaire que les coupes soient faites dans l'alcool. On a cherché depuis longtemps à employer des masses transparentes, permettant de se rendre compte exactement de la position de l'objet à couper, et l'on s'est servi dans ce but de collodion ou de savons à la glycérine.

M. Godfrin a imaginé d'inclure l'objet dans une masse formée de savon à l'huile de ricin, d'alcool et de glycérine. L'exposé de ce mode de préparation a été donné dans la *Revue* des procédés techniques (1). Malgré les avantages très grands qu'il offre sur les procédés antérieurement employés, il présente cependant quelques inconvénients, notamment celui de former dans l'eau un précipité abondant au milieu duquel il est difficile de retrouver les coupes.

Au cours de récentes recherches qui nécessitaient l'obtention de coupes très fines, j'ai été conduit à me servir d'une masse d'inclusion absolument transparente, dont la préparation est facile et rapide, ainsi qu'on en pourra juger.

Dans une coupelle ou un récipient quelconque en fer blanc, on verse une partie en volume d'alcool à 90° et deux parties d'eau. Dans ce mélange on fait fondre au bain-marie du savon de glycérine coupé en fins morceaux. On laisse la température de la masse

(1) Voyez la *Revue générale de Botanique*, tome I, p. 288.

s'abaisser suffisamment pour ne nuire en rien aux membranes ou au contenu cellulaire des objets à inclure. Ces objets ont d'abord été plongés, pendant une demi-heure, dans un mélange à parties égales d'alcool absolu et de glycérine ; une fois bien essuyés avec du papier buvard, on les place dans de petites boîtes en papier et l'on verse dessus la masse parvenue à la température convenable.

L'opération demande en tout une demi-heure. Avec un peu d'habitude, on parvient à se passer de dosages préalables : un verre gradué suffit pour mesurer les quantités respectives d'alcool et d'eau, et la quantité de savon dépend du degré de fluidité qu'on veut obtenir. Lorsqu'on fait dissoudre du savon jusqu'à refus, les préparations deviennent solides en moins de 24 heures. On peut les préparer longtemps d'avance ; il est même préférable, pour obtenir la réussite la plus parfaite, de les laisser sécher deux ou trois jours.

Lorsqu'on a une série de plantes à étudier, il y a toujours avantage à employer ce mode d'inclusion ; il suffit, en effet, de trois quarts d'heure au plus pour préparer 25 ou 30 inclusions. Ce temps est inférieur à celui que nécessiterait le mode de fixation le plus simple ; on a, de plus, l'avantage de couper, d'une façon certaine, dans la direction voulue.

La pénétration de cette masse est parfaite, comme j'ai pu m'en assurer en étudiant le point végétatif d'un grand nombre de plantes ; il ne reste aucun vide entre le savon et l'objet inclus. Quant à la transparence elle est aussi grande qu'on peut le désirer.

Les coupes obtenues sont placées dans l'eau qui dissout instantanément le savon sans donner un précipité trop abondant. Elles sont ensuite traitées à la manière ordinaire.

Lorsqu'on veut obtenir de bonnes coupes longitudinales ou transversales sans rechercher une extrême finesse, on peut employer le savon de glycérine ordinaire, au lieu de moelle de Sureau, pour maintenir l'objet à couper. Ce procédé est à recommander surtout si l'on se sert du microtome Lelong : il est à la fois simple et expéditif. On coupe, dans un pain de savon, deux lamelles larges de 10 à 12 millimètres et épaisses de 2 à 3 ; si l'objet a une épaisseur notable, on lui ménage une cavité dans l'une des tablettes. L'ensemble formé par l'objet inclus entre les deux morceaux de savon est placé, sans autre préparation, entre

les pinces du microtome et serré assez fortement. Dès le premier essai, on peut se rendre compte de l'avantage de cette manière d'opérer.

Puisque nous parlons de procédés pratiques, je me permettrai d'en indiquer encore un, que je n'ai jamais vu employer dans les laboratoires et qui m'a économisé bien des heures. Tout le monde sait combien il est difficile de conserver intactes les coupes les plus fines, en les transportant successivement d'un récipient dans un autre, à la pointe d'une aiguille. M. Chauvaud a imaginé un appareil qui peut rendre de très grands services, surtout pour les coupes fines de graines ou d'objets très petits en surface, mais cet instrument n'est pas d'une application générale. Le procédé que je recommande s'applique à toutes les coupes, et surtout à celles d'une certaine dimension, qui se replient ou se brisent au cours des manipulations. Il consiste tout simplement dans l'emploi d'un compte-gouttes.

Prenons comme exemple une préparation simple d'anatomie. Les coupes sont placées dans un verre de montre, dont on épuise l'eau au moyen du compte-gouttes. On y dépose ensuite de l'hypochlorite de soude, qui, après action, est enlevé au moyen du même instrument. On verse ensuite de l'eau sur les coupes, afin de les débarrasser des traces d'hypochlorite. Puis on verse tout le contenu du verre de montre dans un autre ; on change l'eau et on ajoute les réactifs colorants, toujours de la même façon, en enlevant les liquides ou en les ajoutant avec le compte-gouttes. Enfin, on verse, dans le verre de montre, de l'alcool absolu. Les coupes, devenues rigides après l'action de l'alcool, peuvent alors être transportées sans danger, avec la pointe de l'aiguille, dans l'essence de girofle et dans le baume de Canada.

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES

Bactéries et les Fermentations

PUBLIÉS PENDANT L'ANNÉE 1891 (*suite*).

III. — Nous passerons maintenant en revue des travaux où sont recherchés des microbes comme agents producteurs de phénomènes naturels.

L'an dernier nous avons entretenu nos lecteurs des belles recherches de M. WINOGRADSKY sur la nitrification naturelle. Ces recherches ont été continuées en 1891, et ont fourni à leur auteur des résultats d'une importance capitale (1).

Nous appellerons, avec l'auteur, *nitrobactéries* toutes les bactéries qui oxydent l'ammoniaque ; ce mot désignera seulement un *groupe physiologique*.

Les nitrobactéries cultivées jusqu'en 1891, non seulement par M. Winogradsky, mais aussi par divers autres chimistes, MM. Warington, Schlœsing et Müntz, M. et Mme Frankland, produisaient, aux dépens de l'ammoniaque, surtout de l'acide nitreux et seulement des traces d'acide nitrique. Au contraire la nitrification spontanée qui se produit dans la terre engendre uniquement des nitrates, ou du moins la formation des nitrites n'y a été observée que comme une exception.

Pour expliquer cette différence, trois hypothèses ont été proposées.

Première hypothèse. — Les cultures ne sont pas pures : le ferment nitrificateur y produit de l'acide nitrique, et celui-ci, en présence des matières organiques du milieu nutritif, est réduit en acide nitreux par l'action de bactéries étrangères. Cette hypothèse, émise en 1886 par MM. Gaillon et Dupetit (Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniment petits), ne saurait être soutenue aujourd'hui. Car c'est

(1) Winogradsky : *Recherches sur les organismes de la nitrification* (Ann. Inst. Pasteur, 1891, p. 92 et 577). Deux autres mémoires importants ont paru sur cette même question en Angleterre : M. et Mme Frankland (Philos. Trans. London, vol. 181 ; Warington. Journ. of. Chem. Soc. LIX (trans.) p. 484. Nous n'analyserons que ceux de M. Winogradsky, qui ont poussé plus loin la solution de la question.

précisément dans les cultures les plus pures qu'il se produit le moins de nitrates, et les nitrobactéries isolées par les procédés les plus parfaits (que nous exposons ci-dessous), ne produisent pas trace d'acide nitrique.

Voici d'ailleurs une expérience qui est en contradiction directe avec cette hypothèse. Une trace de terre végétale est semée dans le liquide minéral le plus favorable à la nitrification, puis dans des prises successives on dose l'azote ammoniacal, l'azote nitreux et l'azote nitrique On constate que la teneur en azote nitreux augmente jusqu'à un maximum ; *à ce moment il n'y a plus d'azote ammoniacal* ; or, c'est seulement à partir de ce moment qu'apparaît l'azote nitrique, et en proportion croissante pendant que la proportion d'acide nitreux décroît. Ainsi, dans une nitrification artificielle provoquée au moyen d'une trace de terre comme semence, sans purification, la formation de l'acide nitrique, loin de précéder celle de l'acide nitreux, lui succède, et a lieu, non aux dépens de l'ammoniaque, mais aux dépens de l'acide nitreux.

Deuxième hypothèse. — Le ferment, en possession de toute son énergie, produit de l'acide nitrique, mais par des cultures successives en milieux mal appropriés à ses besoins, il subit une dégénérescence progressive par laquelle il devient de moins en moins apte à pousser jusqu'au bout l'oxydation de l'ammoniaque ; il ne produit plus qu'une oxydation incomplète, phénomène comparable à l'atténuation des virus. Cette hypothèse, que M. Warington a admise dans ses premiers travaux (il la réfute dans son dernier mémoire), sera examinée en même temps que les suivantes.

Troisième hypothèse. — La nitrification spontanée du sol se produit en deux temps qui se succèdent rapidement : premier temps, formation d'acide nitreux, sous l'influence du ferment isolé par les expérimentateurs ; deuxième temps, oxydation de l'acide nitreux, et ce deuxième phénomène peut être attribué à son tour à deux causes différentes, d'où deux hypothèses subsidiaires :

A. L'oxydation de l'acide nitreux est produite par un second microbe spécifique, que les expérimentateurs n'auraient pas réussi jusqu'ici à cultiver d'une manière suivie (hypothèse proposée par M. Duclaux dans sa microbiologie, p. 714).

B. L'acide nitreux d'abord formé est transformé en acide nitrique par une oxydation sans organisme spécifique. Cette hypothèse a été présentée par M. Müntz (1). Selon lui les nitrites sont décomposés dans le sol par l'acide carbonique, qui met en liberté l'acide nitreux, réaction limitée que l'on peut reproduire dans le laboratoire. Mais en présence de l'oxygène, l'acide nitreux libre est transformé directement en acide nitrique, qui s'unit à la base. L'acide nitreux étant ainsi sorti du champ de la réaction, l'équilibre chimique est

(1) Müntz : *Sur la formation des nitrates dans la terre* (Comptes-rendus Ac. des Sc. CXII, p. 1143).

rompu, et une nouvelle dose de nitrite peut être décomposée par l'acide carbonique, et ainsi de suite jusqu'à transformation totale du nitrite en nitrate. Dans cette hypothèse l'oxydation de l'acide nitreux n'est qu'indirectement un phénomène biologique, les bactéries n'intervenant que pour fournir de l'acide carbonique par la combustion de la matière organique, et comme les bactéries banales du sol sont aptes à remplir ce rôle, il n'existerait pas de *ferment nitrique* spécial.

Pour choisir entre ces diverses hypothèses, M. Winogradsky a institué les expériences suivantes. Il s'est procuré des terres de diverses provenances ; il a employé 13 échantillons, empruntés à toutes les parties du monde, dont 4 venaient d'Europe, 4 d'Afrique, 2 d'Asie, 2 d'Amérique, 1 d'Australie

Dans une première série d'expériences il faisait des cultures successives dans un milieu minéral additionné de sulfate d'ammoniaque, en prenant pour semence originelle une trace de chacune de ces terres. Toujours l'azote passait par l'état nitreux avant d'arriver à l'état nitrique, mais dans les générations successives cette dernière transformation cessait de se produire, sauf pour les cultures provevant d'une terre, celle de Quito. Des cultures provenant de cette terre furent même conduites de telle manière que la production des nitrates, loin de s'y affaiblir, devenait au contraire de plus en plus énergique ; l'auteur est arrivé à ce résultat en renouvelant dans une culture la dose de sulfate d'ammoniaque à mesure de la disparition, non de l'azote ammoniacal, mais de l'azote nitreux. Il obtenait ainsi une production si rapide de nitrates que l'apparition passagère des nitrites devenait difficile à observer : il fallait répéter l'examen d'heure en heure.

Cette expérience écarte déjà la deuxième hypothèse. Ici les cultures en milieu liquide n'ont pas affaibli l'aptitude à faire de l'acide nitrique.

La propriété de produire des nitrates se conservait de génération en génération si la semence était empruntée à une culture déjà très riche en nitrate ; au contraire elle disparaissait si la semence était prélevée dans une culture au moment où la production du nitrite y était à son maximum.

Les faits constatés jusqu'à présent, incompatibles avec les deux premières hypothèses, s'expliquent très bien avec *l'hypothèse troisième A*, de deux degrés successifs d'oxydation, produits par deux ferments spéciaux. Pour justifier complètement cette hypothèse, il fallait isoler et le ferment nitreux, et le ferment nitrique, s'il existe. Les procédés employés dans les mémoires analysés l'an dernier ne se sont pas montrés suffisants. On se rappelle que la méthode consistait à semer sur gélatine des gouttes d'une culture déjà purifiée ; celles de ces gouttes qui ne produisaient pas de colonies étaient celles qui contenaient le ferment nitreux débarrassé des microbes cultivables sur gélatine. L'auteur avait réussi une fois à isoler par ce moyen une nitrobactérie qui

était un ferment nitreux. Mais c'était par un heureux hasard ; car il a reconnu que les terres fournissent souvent des bactéries étrangères qui accompagnent les nitrobactéries dans les cultures éliminatoires en milieu liquide, et qui, sur gélatine, ne poussent que très péniblement ou pas du tout. La méthode est impuissante à les éliminer. Un autre défaut de cette méthode, c'est qu'elle ne comporte pas de bon critérium de la pureté. Il ne suffit pas qu'une semence nitrifie et refuse de pousser sur gélatine pour qu'on puisse être sûr de sa pureté.

Une autre méthode de séparation, employée avec succès par M. et M^me^ Frankland, est la méthode dite de dilution. Cette méthode générale est ici peu recommandable : M. et M^me^ Frankland n'en ont obtenu un bon résultat que grâce à une ténacité toute britannique : leurs expériences de dilution ont demandé deux ans, et au bout de ce temps une seule culture de leurs longues séries s'est montrée « pure », ce mot étant pris dans un sens relatif, c'est-à-dire que les organismes obtenus nitrifiaient et ne se cultivaient pas sur gélatine, critérium insuffisant pour manifester la pureté absolue.

M. Winogradsky a donc cherché à revenir à la méthode si avantageuse des cultures sur milieux solides. Les substances gélatinisantes d'origine animale ou végétale ne réussissant pas, il s'est adressé à une gélatine minérale, la silice colloïdale de Graham. On prépare cette silice, à l'état de solution étendue, par dialyse ; on la concentre par la chaleur, on la dépose dans des boîtes de verre, puis on la gélatinise en y ajoutant une solution saline appropriée à la culture (un mélange de sulfates d'ammoniaque et de magnésie, phosphate de potasse, traces de chlorure de calcium et carbonate de soude). Le carbonate alcalin peut être avantageusement remplacé par celui de magnésie ; la gelée est alors légèrement opaque, et c'est par des taches transparentes que se révèlent les colonies, grâce à la dissolution du carbonate de magnésie par l'acide qu'elles produisent.

Ce milieu solide s'est montré très avantageux pour l'isolement des nitrobactéries. Les autres microbes ne s'y développent, que très difficilement. Les nitrobactéries s'y développent bien quoiqu'elles ne forment pas de ces larges colonies comme on est habitué à en voir dans les cultures sur gélatine des bactéries ordinaires. C'est à peine si les colonies sont visibles à l'œil nu, mais quand on les regarde avec un faible grossissement, elles présentent un aspect tout à fait caractéristique On a ainsi le moyen de prélever la semence sur une colonie isolée, pouvant provenir d'une cellule unique.

L'auteur a appliqué cette méthode de séparation aux microbes provenant de tous ses échantillons de terres, et il a obtenu ainsi des ferments *nitreux* qui ne sont pas identiques. Tous appartiennent au *type physiologique* décrit dans les mémoires antérieurs de l'auteur. Mais des différences morphologiques plus ou moins marquées distinguent ceux qui proviennent de localités très éloignées.

Pour isoler un ferment *nitrique*, l'auteur part d'une des cultures précédentes faites en présence du sulfate d'ammoniaque avec une trace de terre de Quito pour semence originelle, et où l'oxydation des nitrites s'effectue bien. Ces cultures peuvent être considérées comme contenant le ferment nitrique associé au ferment nitreux. Pour se débarrasser du ferment nitreux, on sème une goutte d'une de ces cultures dans un milieu minéral contenant du nitrite de potasse, mais ne contenant pas d'ammoniaque.

Là le ferment nitrique seul trouvera la matière fermentescible qui lui convient. On obtient ainsi une nitrification très active, que l'on

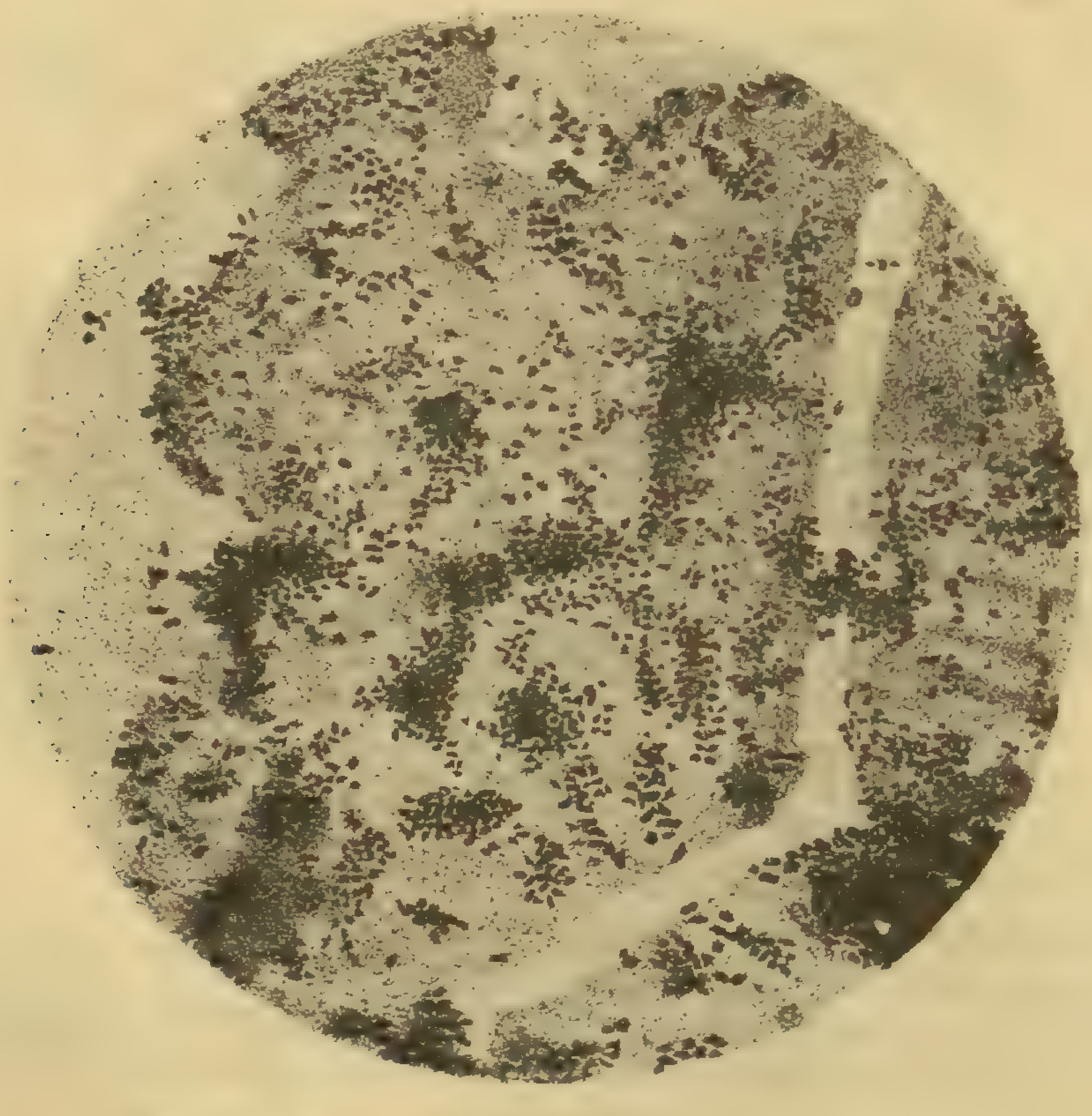


Fig. 1. — Ferment nitrique provenant d'une culture en solution de nitrite (d'après Winogradsky).

entretient en rajoutant du nitrite, à mesure qu'il disparaît. Le ferment nitrique, ainsi mis en évidence, mais non encore pur, est alors cultivé en milieu solide : ce milieu est le liquide de culture du ferment nitreux, stérilisé, concentré, et gélatinisé avec la solution silicique. Cette fois l'auteur obtint, outre des colonies étangères, des colonies de ferment nitrique pur ; elles étaient d'un jaune grisâtre, de forme lenticulaire, lamelliformes. Ces colonies, semées dans des matras contenant une

solution minérale additionnée de nitrite, y transformaient rapidement le nitrite en nitrate, *et aucune autre espèce tirée de la même terre ne produisait cette oxydation.* Ainsi un véritable *ferment nitrique* était isolé.

Les cultures de cet organisme en milieu liquide présentent un caractère tout particulier : pendant que l'on constate une oxydation rapide du nitrite, l'œil n'aperçoit dans le liquide ni voile superficiel, ni trouble, ni flocons, en un mot aucun signe de végétation. Il se forme pourtant

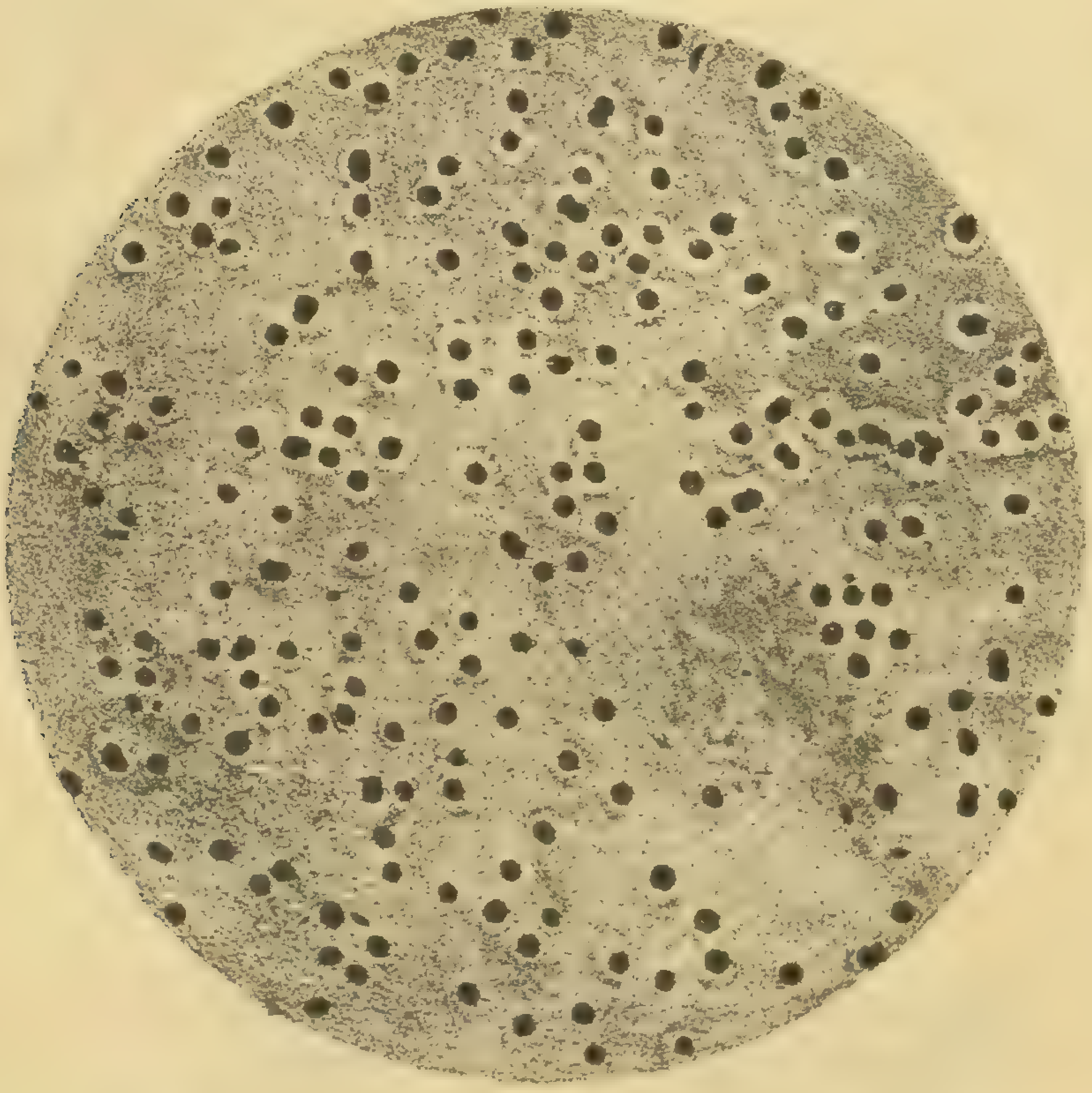


Fig. 2. — Ferment nitreux ; culture âgée sur silice gélatineuse (d'après Winogradsky).

une végétation, peu volumineuse, il est vrai ; c'est un enduit gélatineux et transparent, qui tapisse le fond du vase. En détachant cette pellicule, l'auteur a réussi à colorer et à photographier les bactéries qu'elle renferme. Ce sont des cellules un peu allongées, pyriformes, dont la longueur ne dépasse pas 1/2 μ, et dont l'épaisseur, variable dans une même cellule, est de une fois et demie à deux fois plus petite (fig. 1). La figure 2 représente le *ferment nitreux* extrait de la même terre (Amérique du Sud).

L'énergie de végétation de ce ferment nitrique est beaucoup plus

faible que celle du ferment nitreux de la même terre; aussi n'a-t-on pas pu constater par des mesures qu'il assimile le carbone des carbonates; la quantité de matière organique formée est trop petite. On a seulement observé que l'addition de substance organique (eau de foin par exemple) à un milieu purement minéral ne change en rien, ni en bien ni en mal, les conditions de sa vie; aussi l'auteur croit-il que, comme les ferments nitreux, il effectue la synthèse de substances organiques aux dépens des carbonates.

La *qualité ferment* de ce microbe est extraordinairement marquée : une quantité impondérable de substance vivante transforme en nitrate un poids considérable de nitrite ; par contre, la faible énergie de son processus vital le place au dernier degré de l'échelle des êtres vivants.

Ces expériences sont décisives : elles prouvent qu'une terre où la nitrification se produit contient deux ferments spécifiques distincts, un ferment nitreux et un ferment nitrique ; l'explication proposée par M. Müntz est donc à rejeter. Mais l'auteur a cherché à approfondir ce qui se passe dans la terre même.

Il divise une terre en quatre lots, *a*, *b*, *c*, *d* :

a. Terre à l'état naturel.

b. Terre stérilisée, puis ensemencée avec un ferment nitreux pur.

c. Terre stérilisée, puis ensemencée avec une trace de même terre à l'état naturel.

d. Terre stérilisée, puis ensemencée avec un mélange de ferment nitreux et de ferment nitrique.

Il y a trois exemplaires de chaque lot. Tous les lots sont additionnés de sulfate d'ammoniaque. Les dosages de nitrites et de nitrates effectués à diverses époques dans toutes ces terres ont donné les résultats suivants.

Dans les terres *a*, on ne put déceler de nitrite que par exception, alors même qu'il restait encore de l'ammoniaque.

Dans les terres *b*, il ne se produisit que de l'acide nitreux, mais pas d'acide nitrique en quantité dosable.

Dans les terres *c*, il se produisit du nitrite en abondance et du nitrate exceptionnellement, ce qui prouve que dans la terre, tout comme en milieu liquide, si le ferment nitrique n'est présent qu'en très petite quantité, il est étouffé par le ferment nitreux.

Dans les terres *d*, tout l'azote ammoniacal passa à l'état d'azote nitrique.

L'ensemble de ces expériences permet d'expliquer tous les faits observés, relativement à la nitrification, par M. Winogradsky ainsi que par les autres expérimentateurs.

Pourquoi, dans les cultures successives en milieu liquide l'oxydation du nitrite s'affaiblit-elle jusqu'à disparaître ? — Parce que, un ferment nitreux et un ferment nitrique étant semés, en très petite quantité chacun, dans un milieu liquide, celui dont la végétation est la plus

active, le ferment nitreux, arrête le développement de l'autre. Ces deux microbes ont besoin d'oxygène : le ferment nitreux en prive le ferment nitrique ; ce dernier ne peut commencer à se développer que quand l'autre, ayant épuisé son action, entre dans la période de repos. Si donc on fait les ensemencements successifs en empruntant chaque fois la semence à une culture en pleine période nitreuse, on élimine progressivement le ferment nitrique ; si, au contraire, on attend, pour pratiquer un ensemencement, que dans la culture mère la période nitreuse soit terminée, la production d'acide nitrique se poursuivra, sans affaiblissement, de culture en culture ; c'est ce qu'a observé M. Warington.

Pourquoi, dans les cultures successives conduites de façon identique mais commencées avec des terres différentes, la fonction d'oxydation de l'acide nitreux s'est-elle maintenue plus longtemps dans les séries provenant de certaines terres que dans d'autres ? — Parce que les ferments nitreux des différentes terres ne sont pas identiques entre eux, pas plus que les ferments nitriques d'origine différente. Ainsi, le ferment nitreux des terres d'Afrique s'est montré moins vigoureux que les autres, et le ferment nitrique de la terre de Quito a montré, au contraire, une vigueur exceptionnelle. Dès lors, les différences d'activité végétative entre le ferment nitreux et le ferment nitrique des diverses terres sont variables.

Pourquoi, enfin, dans la terre naturelle, l'acide nitreux est-il oxydé à mesure qu'il se forme, même lorsqu'il reste beaucoup d'ammoniaque, tandis que dans les cultures des mêmes terres en milieu liquide la formation de l'acide nitrique n'a lieu d'ordinaire qu'après la transformation totale de l'ammoniaque en acide nitreux ? — En milieu liquide, les organismes, se rassemblant au fond du vase, n'ont à leur disposition qu'une quantité limitée d'oxygène, et nous avons vu que le ferment nitreux en prive le ferment nitrique ; celui-ci ne peut donc se développer et fonctionner qu'après le ferment nitreux. Au contraire, la terre, milieu poreux, fournit de l'oxygène en excès aux deux microbes, de sorte que même le plus faible en trouve assez pour vivre et fonctionner en même temps que le plus fort. D'ailleurs, l'absorption d'oxygène nécessaire pour le phénomène chimique de l'oxydation de l'acide nitreux

$$AzO^2 + O^3 = AzO^5,$$

étant beaucoup plus faible que celle qui est nécessaire pour transformer l'ammoniaque en acide nitreux,

$$AzH^3 + O^6 = AzO^3 + 3\,HO,$$

on conçoit que les deux phénomènes chimiques puissent marcher de pair alors que les vigueurs de végétation des ferments qui les provoquent sont très inégales.

Nous voici donc enfin en possession d'une théorie de la nitrification pleinement satisfaisante.

Nous avons déjà eu l'occasion de nous occuper de la fermentation panaire dans notre Revue des travaux publiés en 1888 (tome I, p. 665) et nous avons vu qu'il n'était pas encore possible de se prononcer entre la théorie de la fermentation alcoolique par de la levure et celle de la fermentation bactérienne. M. Boutroux (1) a cherché à trancher cette question par de nouvelles expériences. Il l'a abordée par deux côtés différents, le côté microbiologique et le côté chimique.

Étude microbiologique. — L'auteur a cherché à isoler les microbes présents dans le levain de boulangerie ou dans la farine, auxquels *a priori* on pourrait attribuer un rôle utile dans la panification. Dans du levain où l'on n'avait jamais mis de levure volontairement, il a toujours trouvé de la levure et il a pu y compter au moins cinq espèces différentes de *Saccharomyces*. De plus il a isolé plusieurs bacilles capables d'agir sur le gluten ou sur l'empois amidon.

Tous ces microbes ont été soumis à une épreuve éliminatoire, consistant à voir s'ils sont cultivables de pâte en pâte. Les seuls organismes qui soient sortis victorieux de cette épreuve sont les levures actives comme ferments alcooliques.

C'est là une condition nécessaire, mais non suffisante, pour qu'un microbe joue un rôle utile dans le levain. Il resterait à faire du pain avec de la levure sans bactéries. Cela n'est pas possible, mais on s'approche de la réalisation de cette condition en cultivant la levure dans la pâte additionnée d'acide tartrique. C'est ce qu'a fait M. Dünnenberger dans le travail que nous avons analysé en 1889. L'auteur a complété les expériences de M. Dünnenberger en cultivant la levure de pâte acide en pâte acide ; toujours la pâte levait, tandis que l'acide tartrique incorporé, à la même dose, o, 3 °/₀, dans la pâte sans levain, l'empêchait absolument de lever.

Ces expériences prouvent que la levure est l'agent essentiel de la fermentation panaire.

Étude chimique. — Quel est le principe immédiat de la farine qui sert de matière fermentescible ? Est-ce le gluten ? non, car en mélangeant, dans les conditions de pureté, de la levure pure, de l'eau salée stérilisée et de la farine chargée de ses microbes naturels, l'auteur a pu obtenir une pâte qui a parfaitement levé sans que son gluten ait été sensiblement attaqué. Par conséquent, l'attaque du gluten, qui a toujours lieu dans la panification des boulangeries, au lieu d'être un phénomène essentiel, n'est qu'une *perturbation*.

Est-ce l'amidon ? Non, car dosé avant et après fermentation panaire, il s'est trouvé en quantités presque égales.

Le gluten et l'amidon exclus, il ne reste plus, comme matière fermentescible, que la partie soluble de la farine, laquelle, comme on le

(1) Léon Boutroux : *Sur la fermentation panaire* (Comptes rendus Ac. des Sc. CXIII, 203). Cette note est un résumé d'un mémoire qui n'a paru qu'en 1892, dans les Annales de Chimie et de Physique.

sait, contient du sucre. On est ainsi conduit à la théorie suivante : *la fermentation panaire consiste essentiellement en une fermentation alcoolique normale du sucre préexistant dans la farine.*

Si des observateurs ont pu nier le rôle de la levure, et affirmer qu'elle ne se cultive pas dans la pâte, cela tient à ce que l'eau y est rare, une grande partie de celle qu'on y met étant absorbée par le gluten et par les grains d'amidon. La partie liquide, c'est-à-dire le véritable milieu de culture, n'occupe qu'une très faible fraction du volume total de la pâte; de là, la difficulté qu'on éprouve à trouver la levure par l'examen microscopique direct. L'auteur a constaté que dans une pâte mise en fermentation avec de la levure pure, les bactéries sont encore bien plus difficiles à apercevoir directement au microscope que la levure, tant qu'elles n'ont pas commencé à liquéfier le gluten, ce qui n'arrive qu'après que la pâte a fini de lever, de sorte que l'objection se retourne contre la théorie de la fermentation bactérienne.

Une des altérations auxquelles le lait est sujet consiste en ce qu'il devient visqueux. M. Adametz (1) a trouvé, dans l'eau de deux ruisseaux des environs de Vienne, un bacille qui produit cette altération dans le lait, et il a observé le même bacille dans des échantillons de lait devenu filant spontanément, qu'on lui avait envoyés de Suisse. Il donne à ce microbe le nom de *Bacillus lactis viscosus.*

Du lait stérilisé, ensemencé avec ce bacille et abandonné de quatre à six semaines, est devenu visqueux comme du miel; il se laisse étirer en fils de plus d'un mètre, semblables à des fils d'araignée. Si on le sème dans du lait non stérilisé, il ne rend visqueuse que la crème. Celle-ci donne un beurre qui s'altère très promptement par l'invasion des bacilles butyriques. Le bacille *lactis viscosus* paraît leur avoir préparé le terrain.

L'auteur a étudié les changements chimiques produits par ce bacille dans le lait. Outre la formation de la substance filante, il signale une modification de la caséine : dans les vieilles cultures en lait la caséine n'est plus coagulable par les acides ni par l'ébullition. Le sucre de lait est encore présent en grande quantité.

Mais quelle est la nature de la substance filante? Des cultures en solutions de peptone sans *hydrate de carbone* ont montré que cette substance n'est ni le produit d'une fermentation visqueuse, ni un produit de décomposition des bacilles eux-mêmes. Elle provient de l'enveloppe des cellules des bacilles, lesquels ont une capsule épaisse et réfringente; et par conséquent c'est vraisemblablement comme chez le *Bacillus mesentericus vulgatus* de la cellulose métamorphosée. Cette cellulose particulière n'est pas modifiée par l'ébullition ni par l'addition d'acide acétique, mais elle est précipitée par l'alcool.

(1) Adametz: *Untersuchungen über Bacillus lactis viscosus.* (Berliner landwirthsch. Jahrb. 1891 — d'après Centralb. f. Bakt. u. Parasitenk, Bd, IX, p 698).

L'auteur énumère les nombreuses bactéries connues jusqu'ici, qui sont capables de rendre le lait filant; il n'en cite pas moins de onze espèces ou groupes d'espèces. Ces diverses bactéries ne produisent pas la viscosité par le même mécanisme. Tantôt la matière filante se forme par le gonflement de la membrane cellulaire, et consiste en cellulose plus ou moins modifiée (c'est le cas présent), tantôt c'est une substance albumineuse, tantôt enfin c'est une matière azotée non albuminoïde, comme dans le cas de bacilles tirés par M. Van Laer de la bière ou du moût de bière et qui produisent dans le lait une couche verte, filante.

(*A suivre*). Léon BOUTROUX.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

les Algues

PUBLIÉS DE 1889 AU COMMENCEMENT DE 1892 *(suite).*

VIII. — Rhodophycées.

On sait depuis longtemps qu'il ne faut pas songer à tirer de la forme du thalle des caractères qui permettent de distribuer, suivant un ordre naturel, les nombreuses espèces d'algues rouges. Les formes extérieures les plus diverses cachent parfois une structure identique et sous les formes les plus semblables en apparence, on observe des différences fondamentales qui ont dérouté tous les efforts tendant à un groupement naturel. Nous ne possédons que des classifications admises comme provisoires par leurs auteurs même, et fondées à peu près uniquement sur la forme des appareils reproducteurs au terme de leur développement. Les travaux de Thuret et de M. Bornet ont permis de chercher une base nouvelle. M. Schmitz croit l'avoir trouvée dans le développement des organes sexués, du cystocarpe, comme on l'a nommé, du sporogone, comme on peut l'appeler en généralisant la notion d'un phénomène dès longtemps bien connu chez les Muscinées. Aussi, parmi les travaux publiés récemment sur les Floridées, aucun n'a autant d'importance qu'une note préliminaire de quelques pages publiée par M. Schmitz (1). C'est un avant-projet de classification naturelle des Floridées. La comparaison des genres actuellement connus a conduit l'auteur à modifier un grand nombre des diagnoses génériques admises; d'ailleurs, tout en s'attachant à suivre le développement du sporogone, il n'a pas négligé les caractères que pouvait lui fournir l'appareil végétatif. Il s'est efforcé autant que possible, de ne pas modifier la limite des genres établis; il est arrivé pourtant que des espèces, placées jusque-là dans un même genre d'après la structure du fruit mûr, n'ont pu être maintenues, en raison des différences de leur développement; dans d'autres cas, des genres ont dû être réunis. Il faudra probablement subdiviser les genres *Rhodophyllis*, *Nitophyllum*, *Delesseria*, *Griffithsia* et *Melobesia*; au contraire les genres de Grateloupiacées son

(1) Flora, 1889, 22 p. avec 1 pl. lith.

à peine distincts les uns des autres. M. Schmitz cite l'espèce qu'il considère comme le type de chaque genre, d'après la comparaison qu'il a faite de plusieurs espèces, parfois d'un grand nombre d'entre elles ; il n'a pas signalé dès maintenant tous les genres qu'il admet, mais ceux-là seuls dont une espèce au moins est dès maintenant bien connue ; il était difficile, en effet, de nommer des genres nouveaux sans en donner la diagnose. La synonymie des genres, sommaire dans cette communication préliminaire, a été pourtant recherchée avec soin. Ajoutons pour terminer, qu'en ce qui concerne les Rhodomélées, M. Schmitz a utilisé les recherches encore inédites de M. Falkenberg, qui prépare une monographie de ce groupe.

Il n'est pas possible de mettre en évidence les affinités multiples des Floridées par un tableau en série linéaire ; il paraît beaucoup plus juste de les disposer suivant un plan, bien que les ressemblances et les affinités de ces plantes soient si multiples que ce procédé n'est pas encore pleinement satisfaisant ; il suffit pourtant à établir les bases de leur classification naturelle, et met en relief une foule d'affinités dont une simple liste ne saurait donner l'idée.

M. Schmitz révèle des affinités étroites entre les Lémanéacées, les Helminthocladiacées (*Batrachospermum*, *Chantransia*, *Nemalion*, *Liagora*), les Chœtangiacées (*Scinaia*, *Galaxaura*) et les Gélidiacées (*Wrangelia*, *Naccaria*, *Caulacanthus*, *Gelidium*; les *Choreocolax* Reinsch seraient des Gélidiées, ainsi que le *Bindera splachnoides* Harvey qui devient le type du nouveau genre *Binderella*. Toutes ces plantes formeraient l'ordre des Némalioninées ; elles auraient pour caractère commun et distinctif que l'œuf fécondé y produit par simple bourgeonnement un seul cystocarpe ou sporogone ; les *Batrachospermum* et *Nemalion* forment les types les moins différenciés de cet ordre.

Chez les Cryptonéminées, l'œuf fécondé bourgeonne directement comme chez les Némalioninées, mais au lieu de produire un simple bouquet de bourgeons sporifères constituant un cystocarpe, il forme une série de branches grêles qui se répandent dans le tissu du thalle et s'anastomosent avec des cellules plus ou moins éloignées ; c'est au niveau de ces anastomoses que les filaments produisent par bourgeonnement autant de bouquets de bourgeons sporifères. On connaît depuis longtemps le cas du *Polyides* et du *Dudresnaya* qui appartiennent à cet ordre. Les Cryptonéminées comprennent les Gloiosiphoniacées, Grateloupiacées, Dumontiacées, Némastomacées, Rhizophyllidacées, Squamariacées et Corallinacées ; signalons seulement le nouveau genre *Thuretella* qui a pour type le *Crouania Schousboei* Thuret et le genre *B rtholdia* formé par le *Calosiphonia neapolitana* Berthold.

Les Rhodyméninées sont plus compliquées. L'œuf fécondé ne subit pas de simples bourgeonnements pour former des spores ; son contenu se confond avec celui d'une cellule auxiliaire, dont le rôle paraît être de nourrir la cellule œuf et ses produits ; ces deux cellules sont immédia-

tement voisines. Il se forme alors un cystocarpe ou sporogone simple, par bourgeonnement de la cellule auxiliaire confondue avec l'œuf. Les Rhodyméninées forment l'ordre le plus nombreux ; il comprend les Sphærococcacées (*Sphærococcus, Gracilaria, Calliblepharis*, etc.), les Rhodyméniacées (*Rhodymenia, Chylocladia, Plocamium*, etc.), les Delesseriacées (*Nitophyllum, Delesseria*, etc.), les Bonnemaisoniacées, les Rhodomélacées et les Céramiacées.

Chez les Gigartininées aussi il y a une cellule auxiliaire, mais au lieu de bourgeonner directement, elle devient la cellule centrale d'un fruit complexe et diffus. Au lieu de développer des bourgeons sporifères, sa surface produit des filaments qui se développent dans le tissu environnant et se nourrissent aux dépens des cellules du thalle ; ils s'anastomosent avec elles et forment au niveau des anastomoses autant de bouquets de rameaux sporifères séparés les uns des autres. Cet ordre comprend les Acrotylacées, les Gigartinacées (*Chondrus, Gigartina, Phyllophora, Callophyllis*), les Rhodophyllidacées (*Cystoclonium, Rissoella, Catenella, Rhodophyllis, Solieria*). Le *Schizymenia Mertensiana* Postels et Ruprecht est le type du nouveau genre *Turnerella* ; le *Rhabdonia tenera* passe au genre *Agardhiella* et le *Sarcodia platycarpa* Harvey au genre *Euryomma*.

M. Schmitz exclut un certain nombre de genres du groupe des Floridées ; on se rappelle qu'il insistait, dès 1883, sur l'impossibilité de rapprocher les Bangiacées des autres Algues rouges.

Un travail tel que celui-ci fait désirer une publication détaillée ; elle aura, on n'en saurait douter, une importance capitale au point de vue de la connaissance des Floridées ; elle sera l'application étendue des découvertes de Thuret et de M. Bornet sur le développement des organes reproducteurs chez les Floridées ; elle ne saurait tarder à devenir classique. La classification proposée par M. Schmitz est seule exposée dans la troisième édition du Manuel de Botanique de M. Warming ; elle a servi de base à la description des Floridées dans la deuxième édition du traité de Botanique de M. Van Tieghem.

M. Wille (1) fait des Algues rouges une des deux subdivisions (sous-classes) de ses Aciliées. Les Rhodophycées sont ainsi placées à côté des Schizophycées. « Les Aciliées, dit-il, sont des plantes incolores ou possédant de la chlorophylle masquée par une matière colorante d'un rouge violet. » Comment M. Wille, qui a considéré jusqu'alors la couleur des chromatophores comme primant tous les autres caractères, en vient-il à rapprocher les Schizophycées des Algues rouges, c'est ce que nous avons inutilement cherché à comprendre d'après le développement du sujet. A moins toutefois que l'existence du *Trichodesmium erythræum* parmi les Nostocacées homocystées ne lui paraisse suffisante pour établir cette parenté ? il admet, en effet, que cette plante est colorée en rouge par la phycoérythrine.

(1) in Warming, Handbog loc. cit. 3e Udl.

Les Rhodophycées se subdivisent en deux groupes, les Bangioidées et les Floridées ; c'est ici que se trouve exposée pour la première fois dans un ouvrage classique, la disposition des Floridées proposée par M. Schmitz.

N'abandonnons pas le domaine général sans mentionner que M. Schmitz annonce une série de notes sur différents points de l'organisation des Floridées ; il a pour but de revenir sur quelques détails insuffisamment vus ou mal interprétés par lui en 1883 et 1889. Dès maintenant, il corrige ce qu'il y avait de trop absolu dans sa manière d'expliquer l'accroissement du thalle ; il améliore la description du procarpe des Callithamniées, des Rhodomélacées et des *Chondrus* (1).

Le même auteur a appelé l'attention sur de véritables galles produites chez certaines Floridées (2) par des colonies de Bactéries se développant dans les espaces intercellulaires; des galles de cette nature se produisent fréquemment dans les *Cystoclonium purpurascens*, *Chondrus*, *Gigartina*, etc.

1. Bangioidées. — Le nouveau genre *Conchocelis* que fait connaître M. E. A. Batters (3) n'est pas éloigné du genre *Erythrotrichia* ; il se rattache à lui par la forme des chromatophores et par la façon dont il produit des spores isolées dans chaque cellule mère. Le *C. rosea* habite le test des vieilles coquilles, associé souvent au *Gomontia*, sur les côtes d'Ecosse.

M. de Toni propose de remplacer par le nom de *Wildemania* celui de *Diploderma* donné par M. Kjellman à un genre de Porphyracées caractérisé par l'existence de deux couches de cellules (4) ; la proposition de M. de Toni est justifiée par ce fait que le nom de *Diploderma* a été donné en 1816 par Link à un genre de Champignons Gastéromycètes.

2. Floridées. — M. Jönsson (5) paraît être l'élève de M. Wille ; du moins accepte-t-il sans restriction les opinions de M. Wille sur les rapports qui existent entre la structure des Algues et le milieu où elles vivent, ou plutôt encore entre la structure et telle ou telle condition d'existence. Il est très simple, en effet, et séduisant, d'expliquer aussitôt tous les faits anatomiques, et ces explications sont généralement accueillies avec faveur par les savants qui vivent loin de la nature ; quand on l'observe, quand on veut contrôler ces explications, on y est impuissant. Ces critiques ne portent pas sur les faits mêmes consignés dans le travail de M. Jönsson. On sait depuis longtemps que certaines algues Floridées sont susceptibles de subir un accroissement plus ou

(1) La Nuova Notarisia, ser. III, 1892, 12 p. 8°.
(2) Botan. Zeitung, 1892, n° 38, 3 p.
(3) Phycological Memoirs, I, 1892, av. 1 pl.
(4) La Nuova Notarisia, 1890, p. 143.
(5) Lunds Universitets Arsskrift, XXVII, 1891, 41 p. 4°, av. 2 pl.

moins tardif en épaisseur; il a son siège dans la région externe du tissu cortical; telles sont beaucoup d'*Ahnfeltia*, de *Gracilaria*, de *Gymnogongrus*, de *Phyllophora*. L'auteur décrit avec soin ces tissus secondaires et les figure dans l'*Ahnfeltia plicata*, le *Phyllotilus membranifolius* et le *Melanthalia abscissa*; il ne signale pas le *Furcellaria fastigiata*, où ces formations se rencontrent aussi.

Il n'est pas douteux pour M. Jönsson que le développement des tissus secondaires ait pour résultat de donner aux plantes plus de force de résistance, mais ils peuvent aussi contribuer à augmenter la surface assimilatrice, tendant ainsi à compenser la diminution d'activité de l'assimilation qui résulte des basses températures de l'eau, de la faible intensité de la lumière et de la trop faible durée de la période végétative. Les explications sont faciles à trouver; mais nous serons mieux renseignés lorsqu'on aura démontré par l'expérience que ces sortes de tissus se développent dans telles ou telles conditions et qu'ils ne se produisent pas lorsque ces conditions n'existent pas.

En attendant, nous constatons que le *Gracilaria confervoides* qui subit des épaississements secondaires vit et produit ses couches secondaires dans les lagunes de la Méditerranée, où la lumière ne lui manque pas pour assimiler, où la température de l'eau est très élevée pendant la plus grande partie de l'année, où le choc des vagues ne le menace pas; nous trouvons sur les rochers de la Bretagne, battus sans cesse par des vagues formidables, les *Delesseria*, les *Ceramium* et les *Callithamnion* les plus délicats, à côté des *Phyllotilus*, sans que les premières aient aucun organe de protection. Ce sont là des exemples, entre mille, qui montrent à quel point l'observation directe de la nature doit rendre prudent en matière d'explication a priori des phénomènes.

M. Gœbel appelle l'attention sur l'importance que présente l'examen des états jeunes des plantes relativement à l'action des agents extérieurs et à l'adaptation aux autres conditions indépendantes du degré de développement (1). Il n'a pas la prétention de résoudre le problème, mais de le poser nettement au moyen de quelques exemples; il les emprunte en partie aux Algues Floridées.

Le *Placophora Binderi* a un thalle aplati, auquel M. Askenasy a donné jadis le nom de *Rhodopeltis Geyleri*; ce thalle aplati (parfois multiple) n'est qu'un stade du développement; il se produit à la base et sur le côté d'un rameau cylindrique ayant le port d'un rameau quelconque de *Polysiphonia*; du bord de ces lobes aplatis naissent de nouveaux rameaux cylindriques, en tout semblables à ceux des *Polysiphonia* et produisant des *tétraspores*. La même chose a lieu chez les *Lemanea*. Le proembryon de ces plantes est formé de filaments simples subissant quelques divisions et concrescents et d'un réseau de rhizoïdes. Or, le thalle aplati du *Placophora* n'est autre chose qu'une lame

(1) Flora, LXXII, 1889, p. 1-45.

formée de filaments de *Polysiphonia* concrescents suivant un plan et d'où les filaments se dégagent ensuite pour s'accroître isolément.

M. Goebel considère cette concrescence des filaments proembryonnaires comme destinée à fixer la plantule au substratum. Il n'y a pas lieu de distinguer le proembryon d'une forme asexuée, comme le veut M. Sirodot ; cette soi-disant forme asexuée n'est qu'un proembryon développé plus que de coutume, qu'il soit, ou non, susceptible de produire des spores. Ces spores produisent d'ailleurs un nouveau proembryon et non un thalle de Batrachosperme ; il ne peut donc être question de générations alternantes.

Nous laissons de côté les considérations théoriques que ces faits inspirent à M. Goebel ; il faudrait entrer avec lui plus avant dans le sujet ; et nous nous limitons aux faits qui intéressent l'histoire des Algues.

M. J. G. Agardh (1) continue la publication des importants suppléments qu'il a donnés depuis 1872 à ses précédents travaux. Nous trouvons dans ce nouveau fascicule des notes sur l'*Halymenia Kallymenioides* Harvey parmi les Cryptonémiacées. Le savant professeur place entre les *Corynomorpha* et les *Pachymenia* le genre *Gelinaria* Sonder attribué autrefois aux Solieriées.

Parmi les Gigartinées, il fait connaître un nouveau genre *Epiphlœa*, voisin des *Kallymenia*.

Il décrit et figure le genre inédit *Stictosporum* Harvey tout voisin des *Epymenia* et *Plocamium*. Le nouveau genre *Gloiophyllis* comprend le *Rhodophyllis Barkerix* Harvey ; le genre *Pogonophora* placé provisoirement près des *Plocamium* a une position incertaine, comme le *Nematophora*.

Le *Tyleiophora* paraît voisin du *Tylotus* (Sphærococcoidées). L'*Holmesia capensis* se place aux environs des *Neuroglossum* et des *Botryocarpa*. Le nouveau genre *Tiarophora* doit être peut-être rapporté aux Helminthocladiacées.

Le genre *Lophothalia*, considéré comme un sous-genre des *Dasya* depuis Harvey, est formé de plusieurs espèces comprises jusque-là parmi les *Dasya* et les *Polysiphonia*. Les Rhodomélées s'enrichissent, en outre, des nouveaux genres *Lenormandia* J. Agardh, *Sonderia* Mueller et des genres *Heterosiphonia* Montagne et *Trigonea* Sonder, longtemps oubliés. Le genre *Dasya* est l'objet d'une véritable monographie ; l'auteur sépare définitivement, à titre de genres, les *Lophothalia* et les *Lophocladia*, et distribue les 54 espèces de *Dasya*, bien connues de lui, entre six sous-genres, fondés sur les caractères fournis par les stichidies ou rameaux producteurs des tétrastoporanges. Notre *Dasya coccinea* J. Agardh appartient encore au sous-genre *Stichocarpus* ; aux *Rhodomenia* appartiennent les *D. ocellata*, *D. venusta*,

(1) Lund Universitets Arsskrift, XXVI, p. 8-125, av. 3 pl. 4°.

D. elegans, D. arbuscula; la plupart des autres espèces appartiennent aux mers chaudes et surtout aux mers qui bordent le continent africain.

A l'exemple de M. Ketel et de M. Schmitz, M. G. F. Atkinson (1) considère les *Sacheria* comme ayant seulement la valeur d'un sous-genre du genre *Lemanea.* Cette monographie ne s'étend donc qu'aux seuls *Lemanea* des États-Unis, le *Tuomeya fluviatilis* n'ayant pas été connu de M. Atkinson. Au point de vue de la morphologie du thalle et du développement des organes reproducteurs, l'auteur confirme les observations des auteurs qui, depuis vingt ans, ont repris et confirmé les observations de M. Sirodot. On connaît aux États-Unis sept espèces de *Lemanea,* dont deux appartiennent au sous-genre *Sacheria.*

Le *Tuomeya fluviatilis* a été décrit par Harvey en 1827. Demeuré longtemps inconnu de ceux qui l'ont suivi, il a été retrouvé récemment dans le Connecticut; cette intéressante plante, rangée par Harvey à côté des Batrachospermum, a un faux air d'*Ahnfeltia plicata.* M. Setchel en a fait une étude attentive (2). Comme Harvey le pensait, c'est bien

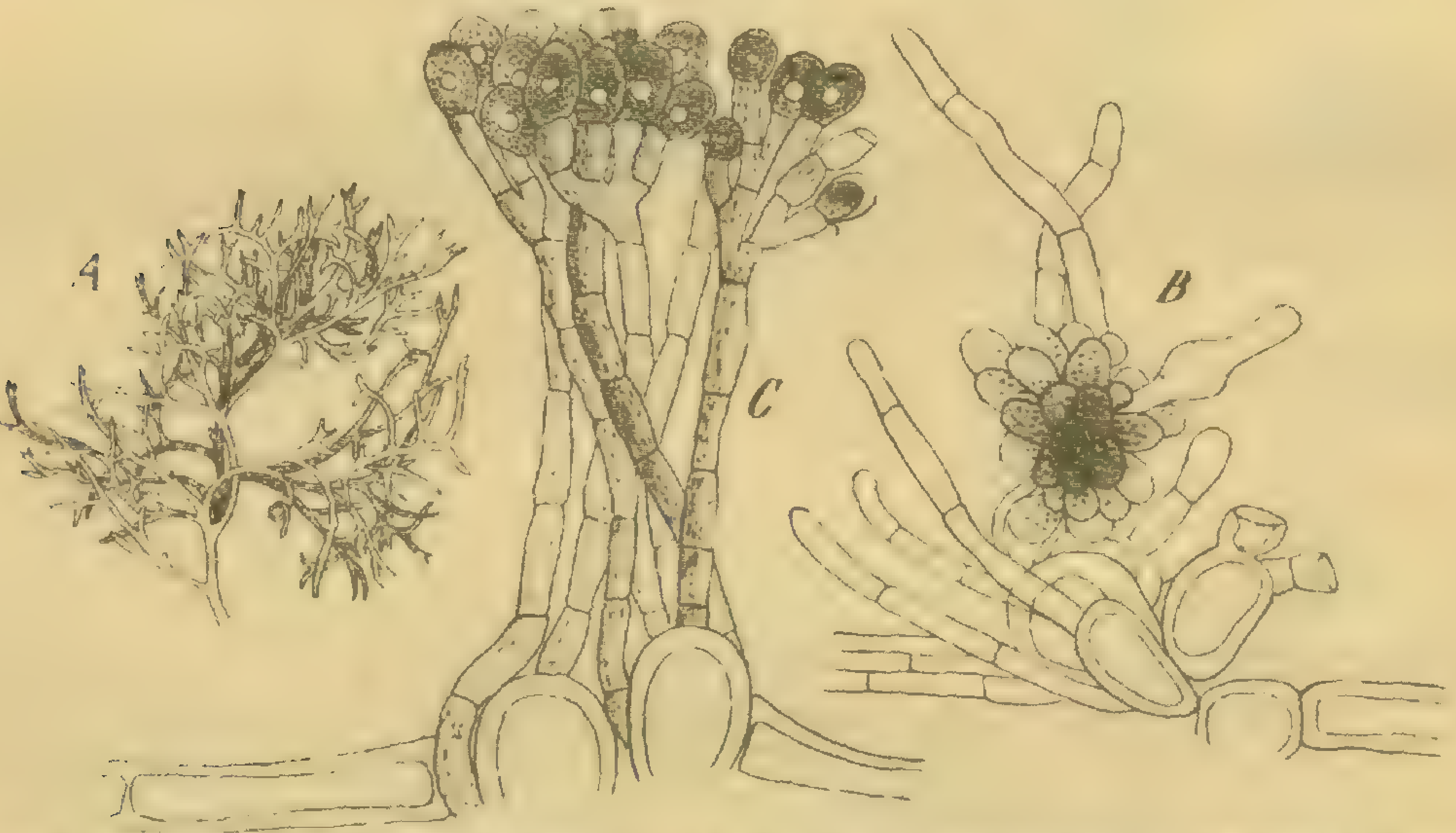


Fig. 3 à 5. — *Tuomeya fluviatilis.* — A, le thalle entier, réduit de moitié ; B, un jeune cystocarpe ; C, un bouquet de rameaux anthéridifères.

entre les genres *Batrachospermum* et *Lemanea* qu'est sa place naturelle; aux caractères tirés de la structure anatomique qui en font un intermédiaire entre ces deux genres, il faut ajouter que la structure des anthéridies le rapproche des *Batrachospermum,* tandis que la spécialisation des branches anthéridifères rappelle davantage les *Lemanea.* La structure du procarpe le rapproche aussi des *Lemanea;* le développement du fruit est le même que celui des Batrachospermes. Le *T. grande* Wolle est un *Lemanea;* le genre conserve donc son autonomie avec une seule espèce.

(1) Annals of Botany, IV, n° 14, 1890, p. 177-229 et tab. VII-IX.
(2) Proceedings of the Americ. Acad. of Art and Sc., XXV, p. 53-68, av. 1 pl.

Le genre *Chantransia* paraît être, parmi les Floridées, celui qui a eu l'existence la plus troublée. Depuis que Thuret exprimait son opinion sur ce point en 1863, la notion de *Chantransia* a été de plus en plus déterminée et limitée aux plantes telles que le *C. corymbifera* Thuret, chez lesquelles se rencontrent à la fois des organes asexués et des organes sexués ; mais, à côté de quelques espèces bien connues, il existe encore, sous le nom de *Chantransia*, une quantité de formes qui sont peut-être des formes asexuées d'autres Floridées, peut-être des états protonématiques, qui, dans tous les cas, demeurent inconnus pour le moment. MM. Murray et Barton font connaître une espèce d'eau douce, le *Chantransia Boweri*, des torrents de l'Ecosse (1). Il possède des monospores et des organes sexués; c'est donc un vrai *Chantransia* d'eau douce.

M. Harvey Gibson a fait une étude comparative des cinq espèces marines de *Chantransia* de côtes anglaises (2); elle sera utile à qui voudra distinguer sûrement ces espèces. M. Hansgirg a fait connaître le *Chantransia incrustans* qu'il considère comme nouveau (3).

(A suivre). Ch. Flahault.

---

(1) Journal Linnean Society, Botany, XVIII, p. 209-216, av. 2 pl., 1890.
(2) Journal of Botany, avril 1892.
(3) Sitzungsb. d. K böhm. Ges. d. Naturw.; Math. Naturw. Cl. 1890.

L'Éditeur-gérant, Paul Klincksieck.

Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Vitou sc.*

Recherches sur la Greffe.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la *Revue générale de Botanique :*

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — BORNET : *Ectocarpus fulvescens.* — GUIGNARD : Développement et constitution des anthérozoïdes ; BONNIER : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — JUMELLE : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — KOLDERUP-ROSENVINGE : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — DE PLANTA : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — DE SAPORTA : Inflorescences des Palmiers fossiles. — DUPRAY : Nouvelle espèce de *Spirogyra*. — PRILLIEUX : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — DUFOUR : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — TRABUT : L'*Abies numidica.* — SEIGNETTE : Recherches sur les tubercules. — COSTANTIN ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — POULSEN : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — MASCLEF : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (LECLERC DU SABLON) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR) ; sur les Lichens (HUE) ; sur les plantes de l'Asie (FRANCHET) ; de physiologie végétale (JUMELLE) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 205 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILLAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genre *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europæum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV — *(588 pages, 25 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Reviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Février 1894

N° 62

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

—

1894

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1894

I. — RECHERCHES SUR LES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU BOIS (avec figures dans le texte), par **M. C. Houlbert**. 49

II. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LA GREFFE (avec planches), par **M. L. Daniel** *(fin)*.................................... 60

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES BACTÉRIES ET LES FERMENTATIONS, publiés pendant l'année 1891 (avec figures dans le texte), par **M. Léon Boutroux** *(fin)* 76

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES ALGUES, publiés de 1889 au commencement de 1892 (avec figures dans le texte), par **M. Ch. Flahault** (*suite*)................. 83

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 2. — *Recherches sur la Greffe.*

Cette livraison renferme en outre neuf gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES

SUR LES

PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU BOIS

par M. C. HOULBERT.

Dans le cours de mes recherches sur l'Anatomie comparée du Bois secondaire, il m'avait été donné bien des fois de remarquer que la lumière, en traversant certaines coupes très minces et sous des incidences variables, produisait des effets de coloration très brillants et très variés. Dès l'origine, j'avais attribué ces résultats à des phénomènes de diffraction.

On sait, en effet, que les phénomènes de diffraction se produisent chaque fois que la propagation libre de la lumière se trouve entravée par des écrans incomplets, de façon qu'en un point donné, on n'ait à considérer que l'effet d'ondes partielles, limitées par les ouvertures dont ces écrans sont percés. Cette structure réticulaire est toujours réalisée par les coupes minces du bois, soit longitudinales, soit transversales.

Si l'on examine, en effet, au microscope, une coupe tangentielle très mince, telle que celle qui est représentée par la figure 7, on remarque que les parois des fibres sont disposées longitudinalement, les unes à côté des autres, à des distances variables selon les espèces. L'ensemble de ces parois opaques, alternant avec les vides produits par l'intérieur des fibres, constitue un système de lignes qui rappelle plus ou moins certains appareils connus en Physique sous le nom de *réseaux* et dont la découverte appartient, comme on le sait, à Frauenhofer (1).

Les traits du réseau doivent être au nombre de 30 au moins par millimètre, mais à l'aide d'une bonne machine à diviser, on peut en tracer plus de 1500 ; les magnifiques réseaux courbes de M. Row-

(1) Frauenhofer. — *Neue Modification des Lichtes durch gegenseitige Einwirkung und Beugung des Strahlen und Gesetze derselben.* (Denkschrifte der Münchner Akadémie, t. VIII.

land, qui donnent des spectres d'un si grand éclat, contiennent 570 traits par millimètre. Or, tous les bois sont dans ces limites ; les dimensions moyennes des fibres ligneuses, d'après mes mesures et celles des différents auteurs, étant généralement comprises entre 0mm00413 (*Ailanthus*) et 0mm0267 (Tiliacées). On pourra donc observer les phénomènes indiqués ci-dessus avec presque toutes les espèces de bois ; il est nécessaire toutefois que la coupe présente certaines conditions qu'on n'obtient qu'avec un peu d'habitude. Sur 1000 à 1200 coupes que j'ai préparées pour mes recherches, et qui toutes étaient assez minces pour mes observations anatomiques, 60 à peine m'ont présenté le phénomène avec une certaine netteté, 12 au plus l'ont montré d'une façon très brillante.

D'après les considérations qui précèdent, et étant donnée cette constitution du bois en coupe tangentielle, on pouvait prévoir que l'observation d'une fente lumineuse étroite, au travers d'une telle préparation, produirait d'intéressants phénomènes de diffraction. C'est dans le but de vérifier ces prévisions théoriques que j'ai institué quelques expériences préalables qui m'ont fourni les résultats que M. Cornu, professeur de Physique à l'Ecole Polytechnique, a bien voulu présenter en mon nom à l'Académie des Sciences et qui ont été résumés dans ma Note du 1er mai 1893 (1).

Le présent article est destiné à compléter ces premières observations, en opérant certaines vérifications que je n'avais pu qu'indiquer.

Certaines familles, possédant un bois très fin, formé de fibres allongées, de dimensions uniformes, fournissent des coupes minces, tangentielles et radiales, qui conviennent parfaitement pour l'étude des phénomènes ; telles sont, par exemple, les Thyméléacées, les Euphorbiacées, les Ericacées, les Oléacées, les Sapotacées, les Urticacées, les Pipéracées, etc.

Des observations de cette nature ne paraissent pas avoir été effectuées depuis 1808 ; on sait seulement, sans autres explications, que « *certaines membranes végétales présentent le phénomène des réseaux* ». Ici ce n'est pas une membrane, c'est un véritable tissu, dont la structure est très voisine de celle des instruments de diffraction qui nous occupent.

Description des phénomènes. — Prenons par exemple une coupe mince tangentielle de *Sideroxylon* (*S. laurifolium*) montée

(1) C. Houlbert : *Phénomènes optiques présentés par le Bois secondaire en coupes minces* (Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences, mai 1893).

entre deux lames de verre dans du baume de Canada; ce liquide possède, comme on le sait, un indice de réfraction sensiblement égal à celui du verre.

Si l'on regarde, au travers d'une semblable préparation, une fente lumineuse verticale, placée de façon que l'axe des fibres soit parallèle à celui de la fente, et telle, que l'onde incidente soit parallèle au plan de la préparation, on observera les phénomènes suivants (fig. 6).

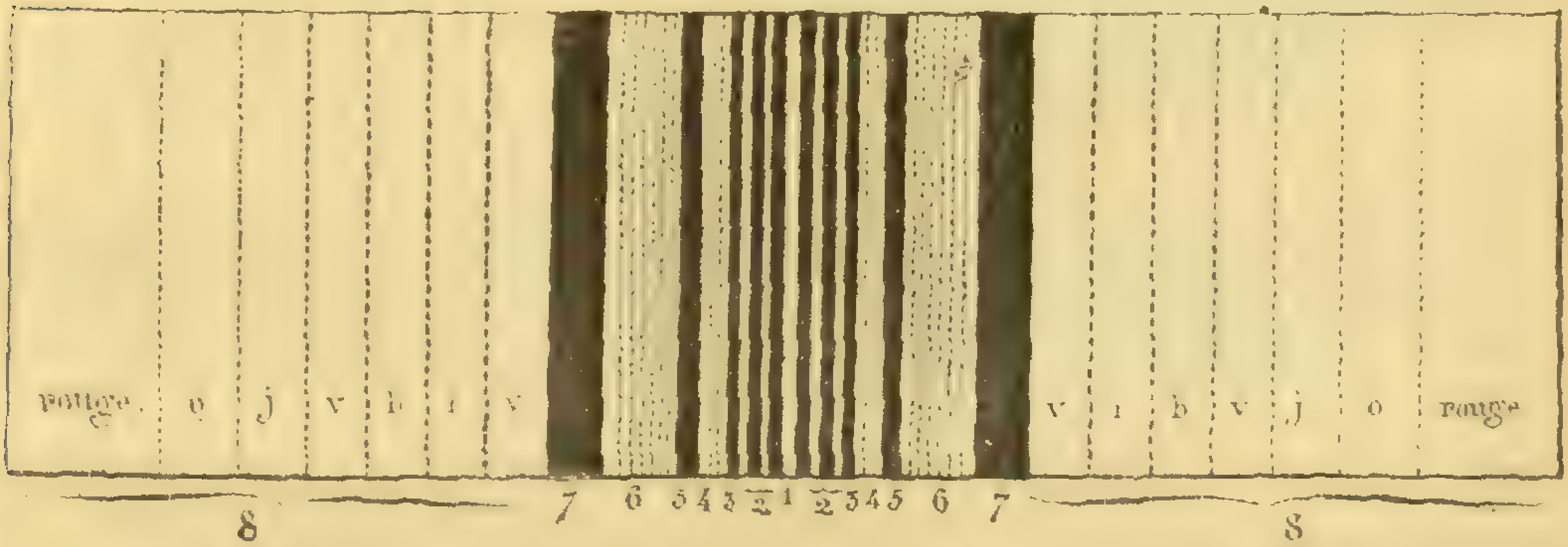


Fig. 6. — Spectres symétriques produits par une coupe tangentielle de *Sideroxylon laurifolium* (Sapotées).

1° La fente lumineuse apparaît très brillante avec ses dimensions réelles; mais de chaque côté, à droite et à gauche, on voit une bande lumineuse étalée, dont l'éclat diminue progressivement à mesure qu'on s'éloigne de la fente centrale.

2° De chaque côté de la fente médiane, et séparées de celles-ci par une bande noire, on observe deux raies brillantes très étroites. Ces deux raies ne sont autre chose que deux spectres dont les couleurs sont si serrées qu'elles ne sont point visiblement séparées.

3° A la suite de ces raies vient une bande noire de faible largeur.

4° Un spectre bien visible mais étroit, dont les couleurs les plus brillantes sont le bleu, le jaune et rouge.

5° Une bande noire assez nette.

6° Un spectre de largeur appréciable, dans lequel on peut facilement distinguer toutes les couleurs fondamentales.

7° Une bande noire, large, déjà vague et moins foncée que les précédentes.

8° Un spectre très dilaté, dont la moitié de la largeur environ est formée par la couleur rouge.

A la suite de ce dernier spectre, vient une bande grisâtre de couleur uniforme, dans laquelle se fondent les spectres suivants,

qui cessent, en général, d'être distincts, bien qu'on puisse encore, dans certains cas, apercevoir quelques couleurs des moins réfrangibles, en faisant varier la position de la préparation par rapport à la fente lumineuse.

Comme je l'ai dit ci-dessus, la séparation des couleurs, dans les images voisines de la fente, n'a pas lieu, à cause de leurs faibles dimensions, mais dans les spectres bien développés, le violet est toujours placé du côté de la frange centrale : ce sont bien là tous les caractères des phénomènes présentés par les réseaux.

Avec d'autres espèces de bois on obtiendrait des résultats analogues, variant seulement dans la disposition ou le nombre des images observées. Ainsi la coupe tangentielle d'un bois d'*Amyris* indéterminé, du Brésil, donne deux beaux spectres de chaque côté de la frange centrale ; on en distingue parfois un troisième, mais il est vague et se confond sur une grande partie de son étendue avec la bande lumineuse étalée.

Le *Stillingia sebifera* (fig. 7), donne également deux beaux spectres de chaque côté, mais moins larges que dans l'espèce précédente.

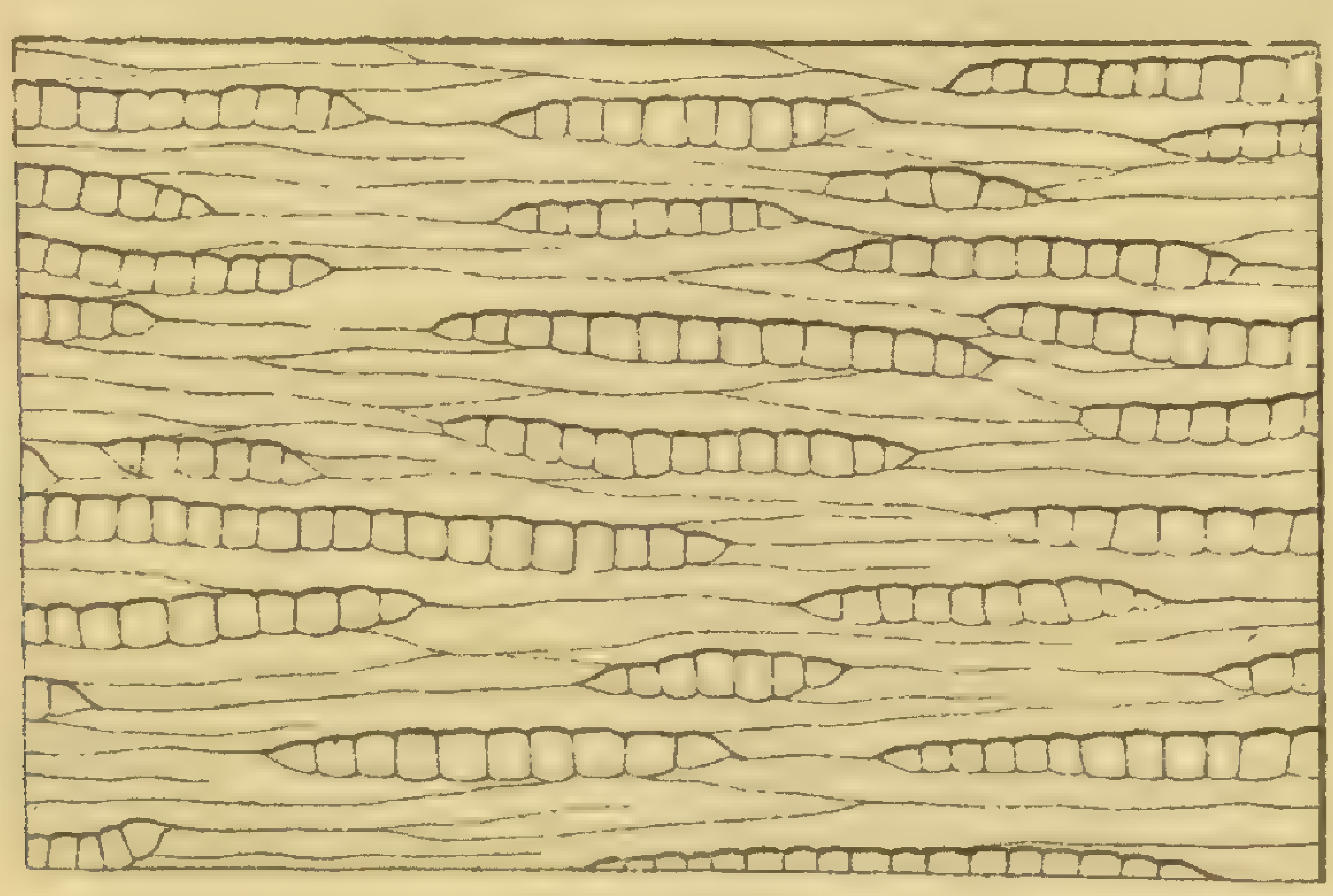


Fig. 7. — Coupe tangentielle d'un bois de *Stillingia sebifera* (gr. 50 diam.).

Une Smilacée très curieuse, le *Danaœ racemosa*, montre également, en coupe tangentielle, un grand nombre de spectres très étroits ; quand la préparation est bien placée, on en distingue facilement cinq ou six de chaque côté ; ils sont bien nets, mais peu étalés ; ce sont les groupes rouge et bleu qui y apparaissent avec le plus d'éclat.

D'autres espèces laissent voir aussi un grand nombre de spectres

bien visibles, mais ils sont souvent très serrés et très rapprochés de la frange centrale; j'ai trouvé cette disposition dans les bois suivants : *Aria vulgaris*, *Hamamelis virginiana*, *Evonymus europæus*, etc.

De même une coupe radiale d'*Holoptelea integrifolia*, montre de chaque côté de la frange centrale, deux beaux spectres très étalés et très brillants; il en est de même dans une de mes coupes de *Platanus occidentalis*.

A l'inverse de ce qui se passe dans les spectres par dispersion, ce sont les couleurs les moins réfrangibles qui sont le plus étalées, ce qui se comprend facilement puisque ce sont en même temps celles qui possèdent la plus grande longueur d'onde.

Relations analytiques entre les images de diffraction et les dimensions des fibres. — La formule bien connue qui donne l'intensité I d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ dans une direction faisant un angle δ avec la direction des rayons tombant sur le réseau est :

$$(1) \qquad I = a^2 \frac{\sin^2 \frac{\pi a \sin \delta}{\lambda}}{\left(\frac{\pi a \sin \delta}{\lambda}\right)^2} \; \frac{\sin^2 \frac{n \pi (a+b) \sin \delta}{\lambda}}{\sin^2 \frac{\pi (a+b) \sin \delta}{\lambda}}$$

dans laquelle a représente la largeur constante des parties transparentes laissées entre les traits du réseau (ce qui correspond au lumen des fibres) et b la largeur des traits opaques (ce qui correspond à l'épaisseur des parois des fibres) ; n est le nombre total des traits du réseau.

Quand n est très considérable, comme c'est le cas pour les réseaux pratiques et pour mes préparations, il se forme une série de spectres de plus en plus étalés, symétriques par rapport à l'image centrale blanche de la fente, ayant le violet tourné du côté de l'image centrale et le rouge en dehors ; le violet étant par conséquent moins dévié que le rouge.

L'angle de déviation δ d'une couleur monochromatique de longueur d'onde λ est donnée par la relation

$$(2) \qquad \delta = \frac{m \lambda}{a+b}$$

m représentant le numéro d'ordre du spectre. Par conséquent, l'angle d que forment entre elles les directions de deux mêmes couleurs simples appartenant aux spectres de même ordre, l'un à droite, l'autre à gauche de l'image centrale, est donné par

$$(3) \qquad d = 2\,\delta = \frac{2\,m\,\lambda}{a + b}$$

Une remarque importante à faire est la suivante. D'après la formule (1), si les espaces pleins sont égaux aux espaces vides ($a = b$) tous les spectres de rang pair disparaissent et sont remplacés par des bandes obscures ; si le vide est double du plein ($a = 2\,b$), ce sont les troisième, sixième et neuvième spectres qui disparaissent, et ainsi de suite ; en général, le $n^{\text{ème}}$ spectre disparaît si $\frac{1}{n-1}$ est le rapport du plein au vide, ou inversement.

Application de ces résultats au calcul des dimensions des fibres. — Si nous nous reportons à la formule (3) dans laquelle δ désigne la distance angulaire d'une image de diffraction à l'image centrale, on verra immédiatement que si nous parvenons à mesurer

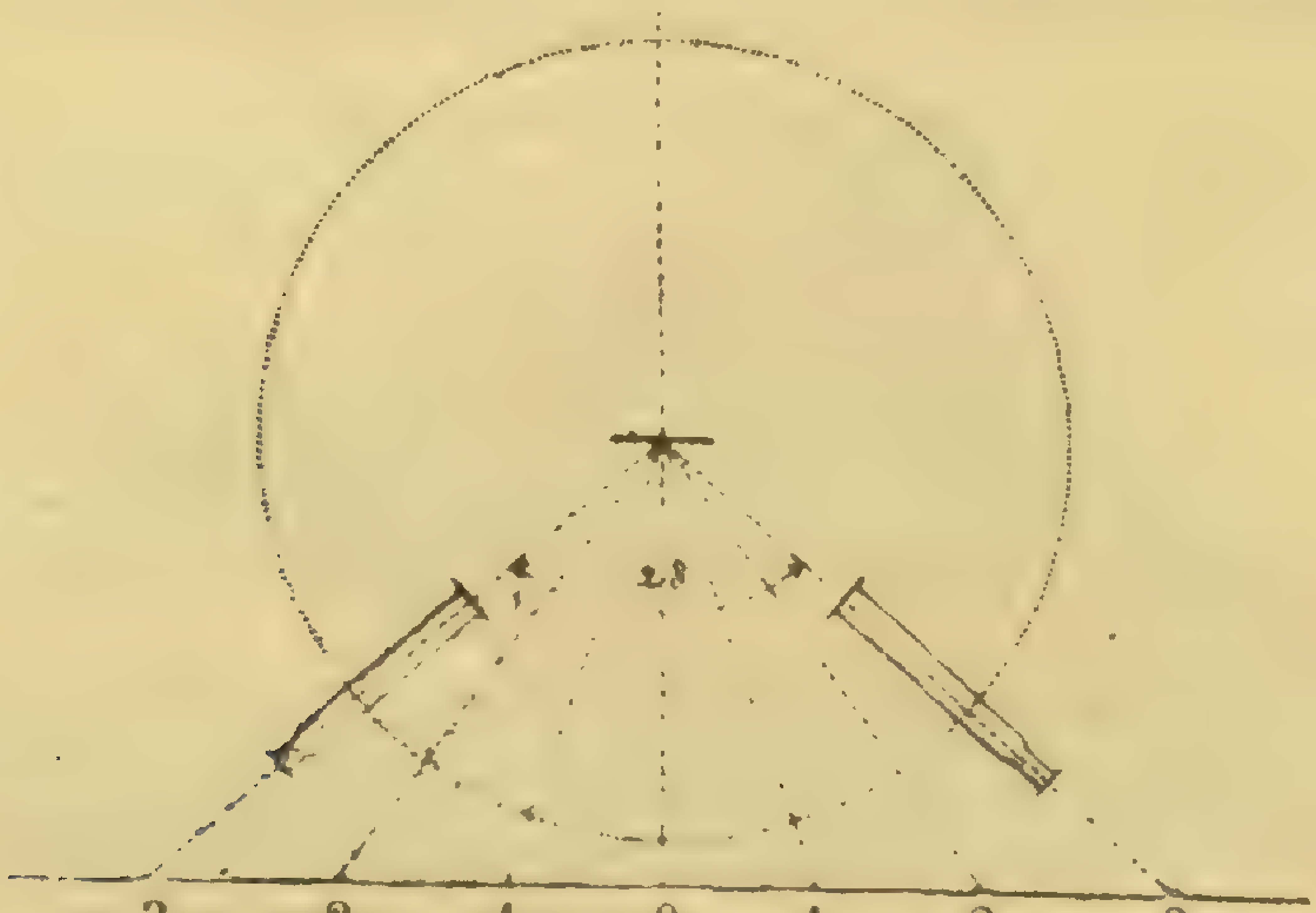


Fig. 8. — Mesures de déviations ($d = 2\,\delta$) au moyen du goniomètre de Babinet.

la déviation $d = 2\,\delta$ de deux spectres symétriques de rang m et que si, d'autre part, nous choisissons une valeur de λ correspondant à une couleur donnée, il sera possible de déterminer $a + b$, *élément du réseau*, qui représente, dans ce cas, à très peu de chose près les dimensions moyennes des fibres.

Voici comment on peut mesurer la déviation $d = 2\,\delta$. Plaçons le réseau au centre du goniomètre de Babinet, par exemple, et visons

avec la lunette mobile dans deux spectres du 3ᵉ ordre situés l'un à droite, l'autre à gauche de l'image centrale, une raie dont on connaît la longueur d'onde, la raie D par exemple. L'angle formé par les deux positions extrêmes de la lunette sera d ; il sera égal au double de la déviation δ ($d = 2\ \delta$) (Fig. 8).

Tous les éléments de la formule (3) se trouvent ainsi connus ; il ne restera plus qu'à résoudre la formule par rapport à $a + b$. On a ainsi un *moyen de déterminer par le calcul les dimensions absolues des éléments du bois, et, par conséquent, de contrôler les observations directes fournies par le microscope.*

C'est cette méthode que j'ai appliquée dans les expériences que j'ai effectuées pour déterminer les dimensions des fibres ligneuses d'un certain nombre d'espèces européennes et exotiques.

Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus, malgré les grandes difficultés que présentent ces mesures :

Corylus Avellana	0,ᵐᵐ0163
Populus fastigiata	0, 0171
Juglans regia	0, 00436
Berberis vulgaris	0, 00654 — 0,0151
Tilia platyphylla	0, 0266 — 0,00667
Ailanthus glandulosa	0, 0041
Arbutus Unedo	0, 0096
Evonymus europæus	0, 00771
Ardisia lanceolata	0, 0611
Sideroxylon laurifolium	0, 0140 — 0,0108

Outre la difficulté qu'il y a à obtenir exactement ces mesures si délicates, la disposition naturelle des fibres n'étant jamais régulière comme les traits d'un réseau, s'oppose à ce qu'on fasse ces mesures dans un certain nombre de bois ; très souvent, en effet, les fibres sont obliques vers leurs extrémités ; elles présentent fréquemment, en outre, des cloisons transversales qui compliquent les phénomènes ; enfin les différences, quelquefois très grandes, qui existent entre les parois opaques et les vides produits par la section des lumens, affaiblissent considérablement l'éclat des images.

Couronnes et arcs colorés. — Si, au lieu d'observer une fente étroite au travers d'une coupe tangentielle, nous examinons une petite ouverture circulaire au travers d'une coupe transversale, nous remarquons des phénomènes d'arcs colorés très brillants. Les plus belles images sont celles que donnent l'*Hippomane Mancinella*, le

Sideroxylon laurifolium, le *Juglans regia*, le *Ricinus integrifolia*, le *Drymis Winteri*, etc.

Dans tous les cas, on observe le cercle lumineux très net au centre de la figure (o, fig. 9); de chaque côté, infléchis dans le sens de la concavité des couches ligneuses, on voit deux bandes lumineuses étalées qui s'élargissent et se colorent à mesure qu'elles s'éloignent du centre (L).

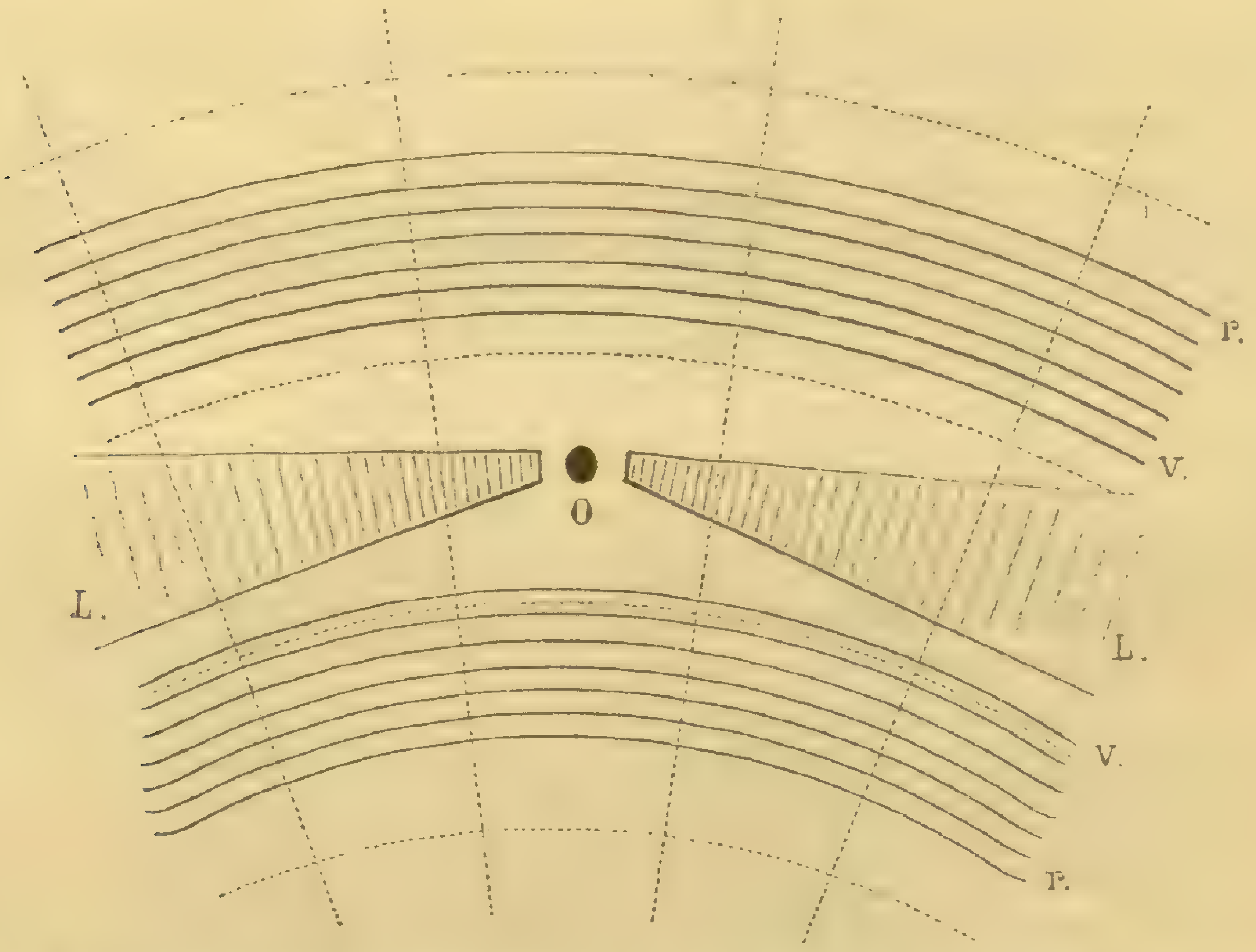


Fig. 9. — Relations entre les arcs colorés et les couches annuelles concentriques sur une coupe transversale.

En dessus et en dessous de ces bandes obliques, se forment des spectres en arcs concentriques, ayant le violet en dedans et tournant aussi leur concavité dans le même sens que les couches annuelles. Ces arcs sont, en général, larges et très brillants dans leur partie moyenne ; ils s'estompent ensuite aux deux extrémités et se fondent dans une teinte grise uniforme qui les enveloppe complètement ; on reconnaît facilement que ces phénomènes sont ceux que produirait un réseau dont les traits seraient courbes et concentriques. Dans ces conditions, les méthodes de mesure indiquées plus haut sont encore applicables.

Frauenhofer a fait une étude très approfondie des réseaux à intervalles inégaux. Si l'irrégularité est complète, toutes les couleurs se mêlent et le réseau ne produit qu'une traînée diffuse perpendiculaire à la direction dominante des stries ; mais si les irrégu-

larités sont soumises à une certaine loi — ce qui est le cas le plus fréquent pour les fibres ligneuses — les spectres s'observent encore et leur déviation δ est donnée par la formule :

$$\delta = \frac{m\lambda}{L}$$

dans laquelle L représente l'espace dans lequel se trouvent réparties les stries formant une période. Ce sont les coupes radiales qui réalisent le mieux ces conditions et on remarque que les spectres les plus brillants sont donnés par les rayons médullaires coupés suivant leur axe ; les images sont très nettes et très régulières avec certains *Amyris*, le *Platanus occidentalis*, l'*Holoptelea integrifolia*, etc., mais elles diffèrent beaucoup en intensité ; il s'en trouve de très pâles à côté d'autres très brillantes sur lesquelles elles se superposent en partie.

Les réseaux à mailles carrées que l'on peut obtenir en superposant normalement, l'un par rapport à l'autre, deux réseaux parallèles, donnent une multitude de petits spectres. Une disposition de ce genre peut se trouver naturellement dans une coupe.

Enfin, si l'on projette sur une lame de verre une poussière fine et si on examine un point lumineux au travers d'un pareil système, on voit le phénomène des *couronnes*, consistant en une zone d'anneaux colorés concentriques, entourant le point lumineux. Le diamètre des anneaux est en raison inverse de la grosseur des corpuscules, ce qui a fourni à Young le moyen de comparer les dimensions des poussières organiques, des grains de fécule, par exemple, des filaments de laine, des spores de cryptogames, etc.

L'instrument destiné à cet usage porte le nom d'*ériomètre* (ἔριον duvet) ; il est formé d'une règle divisée C, (fig. 10) sur laquelle sont fixées trois plaques verticales ; sur la plaque A est disposée la poussière qu'il s'agit d'examiner. L'œil est appliqué près d'une petite ouverture O pratiquée dans un écran fixe. En B est écran portant une ou plusieurs séries circulaires de trous et une large fente à travers laquelle on aperçoit une partie de tous les anneaux formés par la poudre, quand on regarde un point lumineux placé en arrière de la plaque A. On fait glisser l'écran B sur la règle C, de manière qu'un anneau du même ordre coïncide dans tous les cas avec une même série de trous, opération facilitée par la fente. Les diamètres angulaires des anneaux sont alors entre eux comme les distances de l'écran B à l'ouverture O.

On a trouvé ainsi, par exemple, que la poussière de la carie du blé donne des anneaux doubles de ceux de la poudre de *Lycoperdon*

cervinum et en effet, les mesures micrométriques directes ont donné $0^{mm}014$ pour le diamètre des grains de la carie et $0^{mm}028$ pour les spores du Lycoperdon.

Delezenne a imaginé sous le nom de *stéphanomètre* (στέφανος couronne) un appareil extrêmement simple, qui consiste en une plaque de verre sur laquelle est répandue de la poudre de Lycopode. En regardant à travers cet appareil un phénomène de couronnes naturelles, par exemple les couronnes qui entourent le soleil ou la lune, quand un nuage léger passe au devant, on voit à la fois ces couronnes et celles produites par la poudre de lycopode. En comparant les diamètres des deux espèces de couronnes on peut en déduire le rapport du diamètre des corpuscules qui donne lieu aux couronnes naturelles au diamètre connu des spores de Lycopode.

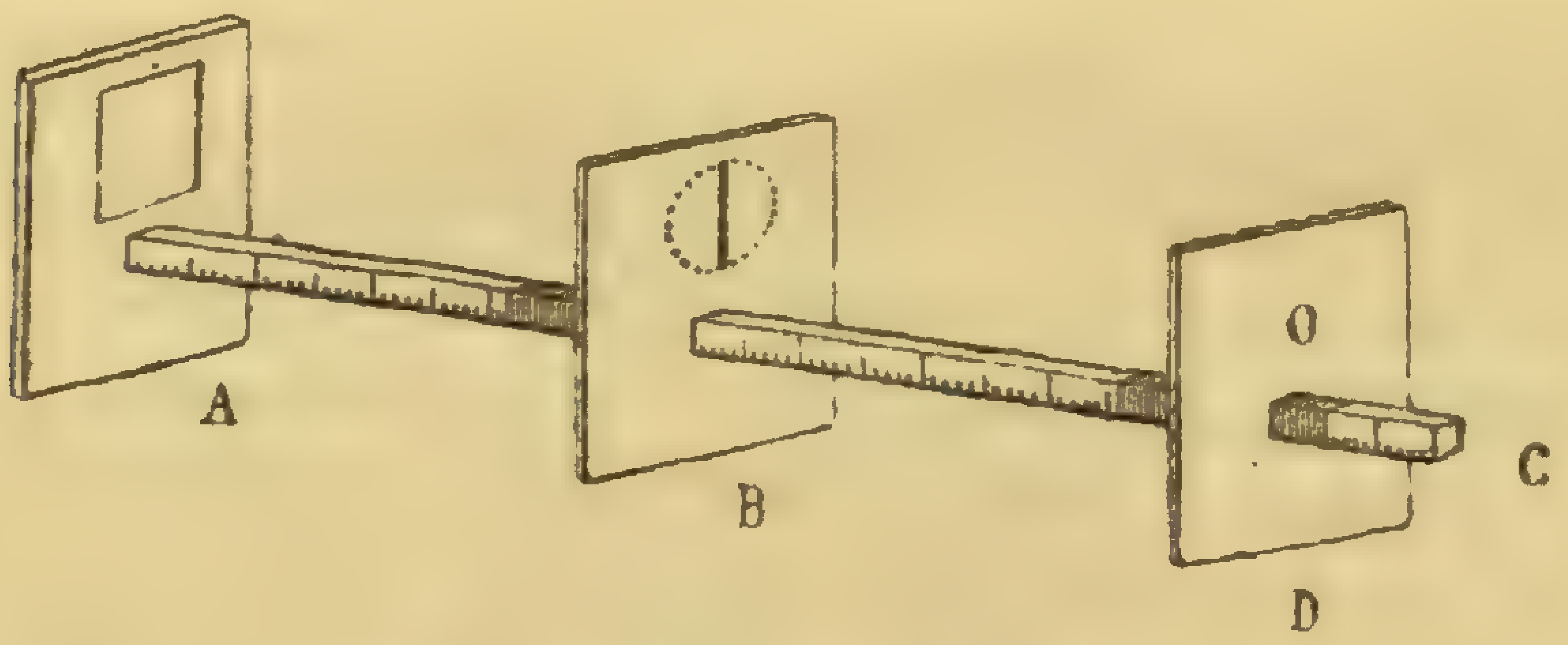


Fig. 10. — Eriomètre de Young.

Aux phénomènes normaux de spectres ou de couronnes produits par les coupes minces du bois, se superposent parfois des phénomènes d'interférences qui les compliquent. Dans le cas, par exemple, où il existe une différence exagérée entre les dimensions des vides et celles des parois opaques, celles-ci agissent alors à la manière des écrans linéaires dans les expériences ordinaires de la diffraction et il se produit des franges d'interférences très étroites qui se placent sur les premières images des spectres ; comme elles sont très brillantes on les distingue facilement.

Voici maintenant une liste des espèces ligneuses qui m'ont présenté les images les plus brillantes soit de spectres, soit de couronnes :

Coupes transversales (Couronnes ou arcs colorés).	C. tangentielles (Spectres).	C. radiales (Spectres).
Hippomane Mancinella.	*Evonymus europæus.*	*Juglans regia.*
Sideroxylon laurifolium.	*Tilia platyphylla.*	*Fraxinus excelsior.*
Juglans regia.	*Juglans regia.*	*Ilex aquifolium.*
Ricinus integrifolia.	*Rhododendron arboreum.*	*Amyris* (indéterminé).
Sassafras officinarum.	*Syringa vulgaris.*	*Holoptelea integrifolia.*
Drymis Winteri.	*Calluna vulgaris.*	*Platanus occidentalis.*
Pavia intermedia.	*Arbutus Unedo.*	*etc.*
Rhamnus frangula.	*Tamarix gallica.*	
Ardisia lanceolata.	*etc.*	

Je pense d'ailleurs qu'il est possible d'obtenir ces phénomènes avec toutes les espèces de bois qui ne présentent pas une structure trop grossière quand la préparation sera suffisamment mince.

Mes coupes tangentielles et radiales pourraient être utilisées à la construction d'un appareil analogue à l'*ériomètre* d'Young, ce qui fournirait un moyen rapide d'évaluer les dimensions relatives des éléments ligneux ; les coupes transversales, dans bien des cas, se rapprocheraient plutôt du *stéphanomètre* de Delezenne.

En résumé, les principaux résultats qui découlent de ces observations sont les suivants :

1° Le bois secondaire, en coupes minces, peut produire une dispersion remarquable de la lumière analogue à celle des réseaux.

2° Les déviations de deux raies symétriques ($d=2\delta$), dans une lumière monochromatique, dont la longeur d'onde est connue, permettent de calculer les dimensions absolues des éléments ligneux.

3° Les coupes transversales du bois présentent des phénomènes de couronnes ou d'arcs colorés d'apparences très variées.

4° Enfin, dans certains cas, des franges d'interférences très brillantes et très étroites paraissent se superposer aux franges de diffraction.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier ; qu'il me permette de lui adresser ici tous mes remerciements pour les précieux conseils qu'il m'a donnés. J'ai aussi des remerciements à adresser à M. Cornu, membre de l'Institut, et à M. Pellat, professeur à la Sorbonne, pour la bienveillance avec laquelle ils se sont intéressés à ces recherches.

RECHERCHES

Morphologiques et Physiologiques

sur

LA GREFFE

par **M. L. DANIEL** (*suite et fin*).

2e Partie. — PHYSIOLOGIE

I. — Historique

S'il me fallait ici donner l'historique complet de la physiologie de la greffe, il me faudrait citer à peu près tous ceux qui ont écrit sur cette opération.

Comme, dans ce travail, j'ai voulu surtout étudier des points spéciaux, à peine effleurés jusqu'ici ou nouveaux, cet historique sera très court.

Je ne connais en effet aucun ouvrage dans lequel il soit question : 1° *de la transpiration dans la greffe* ; 2° *de la production de l'amidon sous l'influence de la transpiration exagérée du greffon* ; 3° *de l'utilisation par le greffon des réserves préexistant dans le sujet*.

Je puis dire que l'étude de la formation normale des réserves dans les plantes greffées est aussi nouvelle, car le seul cas connu est celui de la Betterave, cité par M. Vöchting. Or, cet auteur considère le tubercule formé au sommet de la tige comme une hypertrophie due au cloisonnement rapide des cellules du greffon, et ne s'occupe nullement des réserves qu'il peut contenir (1).

Le passage des produits de la sève élaborée du sujet dans le

(1) Vöchting : *Loc. cit.*

greffon, et réciproquement, a été l'objet de deux observations isolées, mais non concordantes.

M. Strasburger a constaté que, dans la greffe d'*Atropa* sur Pomme de terre, l'atropine du greffon a pénétré dans les tubercules du sujet (2).

M. Clos a trouvé que, dans les greffes de Cerisier sur Laurier-Cerise, l'acide cyanhydrique du sujet n'a pas pénétré dans les fruits du greffon (3).

De nouvelles recherches dans ce sens étaient donc indispensables.

II. — Les réserves et la greffe.

A. — *Utilisation par le greffon des réserves préexistant dans le sujet.* — On conçoit facilement qu'une plante, après avoir, pendant tout une saison, mis en réserve diverses substances, les utilise ensuite pour son développement. Mais toute autre plante, greffée sur la première, pourra-t-elle aussi les utiliser? Telle est la question que j'ai essayé de résoudre.

a. — *Plantes de la même famille.* — Les plantes appartenant à des genres différents d'une même famille utilisent fort bien, le plus souvent, les réserves accumulées dans leurs racines respectives. Les *Sonchus* greffés sur Salsifis, les Salsifis sur Scorzonères, les *Barkhausia* sur Pissenlit, l'Alliaire sur le Navet, le Fenouil sur la Carotte sauvage, le Persil sur le *Sison Amomum*, etc., se développent comme avec leurs propres réserves, et, après fructification, on trouve les réserves du sujet épuisées en totalité ou en partie, suivant que celui-ci est bisannuel ou vivace.

Toutefois, il n'en est pas toujours ainsi. Certaines substances, en particulier l'inuline, ne sont pas absorbées par tous les greffons. Un exemple intéressant de ce fait s'observe dans la greffe des Chicoracées, qui ne fabriquent pas d'inuline sur celles qui accumulent dans leur racine des réserves de cette substance, Laitue sur Salsifis par exemple.

Si l'on greffe une Laitue sur un Salsifis à sa deuxième année de

(1) Strasburger : *Ueber Veredlungen* et *Ueber Verwachsungen und deren Folgen*, 1884.

(2) Clos : *Quelques mots sur la Greffe* (*Revue horticole*, 1856, p. 342).

développement, la cicatrisation mutuelle des deux plantes se fait si bien que l'on croirait au succès si bientôt on n'observait une tendance très marquée à l'affranchissement.

Supprime-t-on rigoureusement racines et yeux adventifs au fur et à mesure de leur apparition, le greffon languit et dépérit; il meurt à la longue.

En examinant au microscope des greffes de ce genre, ayant séjourné dans l'alcol à 90°, on constate que la soudure est semblable à celles des greffes qui réussissent complètement. Mais on remarque que la racine-sujet n'a rien perdu de sa teneur en inuline, tandis que le greffon ne présente pas trace de cette substance.

Le greffon n'a donc pu absorber l'inuline, bien qu'elle soit soluble, contrairement aux idées de Davy (1) qui pose comme un principe que toute substance soluble passe dans les plantes sans altération.

On peut dès lors s'expliquer que le greffon de Laitue soit mort, étant mis dans l'impossibilité de se nourrir directement dans le sol par le fait de la suppression de ses racines adventives, tandis que des *Barkhausia*, des *Sonchus* greffés sur Pissenlit, des Salsifis greffés sur Scorzonères se développent comme à l'ordinaire, parce qu'elles utilisent des réserves identiques à celles de leurs propres racines.

Dans les coupes transversales de ces dernières greffes, non-seulement on constate de l'inuline à la fois dans le sujet et le greffon, mais dans certaines d'entre elles (*Sonchus* sur Salsifis), on voit des cristaux d'inuline traverser les membranes des cellules soudées, et même la couche de substance amorphe qui remplit les interstices du sujet et du greffon.

On saisit ainsi sur le vif le passage de l'inuline du sujet dans le greffon.

Désireux de démontrer plus clairement encore que l'insuccès de la greffe de Laitue sur Salsifis était bien la conséquence du défaut d'absorption de l'inuline par le greffon, et non due à une autre cause, j'ai pris comme sujet une racine jeune de Salsifis n'ayant pas encore commencé ses réserves.

La racine, complètement développée et devenue tuberculeuse, ne possède plus qu'un rôle absorbant extrêmement réduit. La racine jeune, au contraire, est apte à puiser abondamment dans le

(1) Davy : *Eléments de Chimie appliquée à l'Agriculture*, p. 276 et suiv.

sol. Dans ce cas, le greffon se sert de la racine du sujet comme de sa racine propre. Aussi, sur ce Salsifis jeune, la greffe a fort bien réussi et la Laitue m'a fourni des fleurs et des fruits (fig. 14, pl. 2). Au microscope, je n'ai trouvé d'inuline ni dans le sujet, ni dans le greffon.

Du reste, cette racine-sujet n'avait pas grossi comme elle l'aurait fait si elle était restée pourvue de sa propre tige; elle n'était nullement tuberculeuse et ressemblait à celle de la Laitue.

Le greffon étranger n'a donc pu fournir à cette racine ses matériaux habituels de réserve, et la racine de Salsifis, à elle seule, ne peut former d'inuline.

b. — *Plantes de familles différentes.* — J'ai constaté un commencement de soudure bien net entre beaucoup de plantes appartenant à des familles éloignées. Il est vraisemblable que les greffons ont absorbé autre chose que de l'eau au contact des racines ou tubercules-sujets.

Quelles sont les substances qui ont ainsi passé de l'un à l'autre ou qui n'ont pas pénétré dans le greffon ? Je ne puis préciser que pour quelques exemples.

1° La matière colorante de la Betterave rouge ne passe pas dans le greffon de l'Oseille. Il en est de même de la carottine ; jamais cette substance n'a pénétré dans les greffons divers que j'ai placés sur la Carotte rouge (Persil, Panais, *Reseda luteola*, etc.), que ces greffes aient repris complètement ou manqué par la suite.

L'amidon des rhizomes du Sceau de Salomon est laissé intact par le Muguet des bois, etc.

2° Au contraire, l'amidon du sujet a été partiellement absorbé par le greffon dans les greffes à œil poussant d'Epicéa et de *Cedrus Deodora* sur Pomme de terre.

J'avais opéré en avril. Les greffons, aussi herbacés que possible, avaient été détachés avec talon et insérés dans un tubercule, puis on avait mastiqué avec soin la blessure. Les pousses du tubercule étaient supprimées au fur et à mesure de leur apparition.

Non seulement, dans bon nombre d'échantillons, les greffons se sont maintenus verts jusqu'en septembre, mais ils ont acquis la taille, l'aspect et la dureté des pousses du même âge qui s'étaient normalement développées sur l'arbre, tandis que des greffes à œil

poussant, faites à la même époque sur des Conifères de la même espèce que le greffon, se sont toutes desséchées.

Ce curieux développement s'est fait à l'aide des réserves contenues dans le tubercule-sujet, ainsi que le confirme nettement l'examen microscopique des diverses régions du tubercule. Dans toutes les parties situées à un centimètre environ du talon du greffon, l'amidon est peu abondant. A partir de là, les grains d'amidon augmentent en nombre et finalement se trouvent en grande quantité dans toutes les parties du tubercule qui ont été soustraites à l'influence du greffon.

Ces différences sont tellement tranchées qu'elles apparaissent même à l'œil nu sur des coupes minces du tubercule, après une action de quelques minutes de la teinture d'iode.

En résumé, *les réserves accumulées antérieurement dans une racine-sujet sont rarement utilisées par le greffon d'une plante de famille différente.*

Dans les plantes de même famille, au contraire, le greffon se sert en général des réserves du sujet comme des siennes. Il y a toutefois exception pour l'inuline des Chicoracées, cette substance étant exclusivement absorbée par des greffons appartenant à des plantes dont les racines contiennent elles-mêmes de l'inuline.

B. — *Formation normale des réserves après la reprise des greffes.* — On a prétendu que le bourrelet qui se produit dans la greffe empêche le passage de la sève élaborée, mais toutes les affirmations à cet égard n'étaient pas sorties du domaine de l'hypothèse.

J'ai déjà montré comment un même Haricot, greffé sur lui-même, reste moitié plus petit, sans qu'on puisse invoquer, pour expliquer cette diminution de taille, autre chose qu'une arrivée moindre de la sève au travers du bourrelet cicatriciel.

J'ai voulu mettre plus clairement encore en évidence ce rôle du bourrelet, par des expériences directes.

En prenant des plantes bisannuelles qui forment des réserves en des points bien déterminés et en les greffant au début de la formation de ces réserves, il m'était facile de voir si celles-ci se formeraient quand même, à travers le bourrelet.

Je complète rapidement les descriptions que j'ai données à la Morphologie.

Dans la greffe du Chou de Milan sur Chou-Rave, tige jeune sur

racine jeune, il s'agissait de deux variétés d'une même espèce, mais formant leurs réserves en des points différents de l'appareil végétatif.

Le greffon a accumulé des réserves dans sa tige, ce qui n'a pas empêché la formation du tubercule dans la racine-sujet. Cet exemple du passage, à travers le bourrelet, des diverses substances qui forment les réserves du Chou-Rave, peut se comparer au passage de l'atropine dans la Pomme de terre (Expériences de M. Strasburger sur les Solanées). Il est en contradiction avec ce qu'a obtenu M. Vőchting sur la Betterave. Les figures que donne cet auteur d'une greffe de racine munie de sa rosette de feuilles au sommet d'une tige d'une autre Betterave, montre clairement pour moi que ce que M. Vőchting considère comme une hypertrophie du bourrelet, est tout bonnement le commencement d'un tubercule. Les réserves, dans ce cas, n'ont pu descendre d'une racine à sa 1re année de développement dans une racine plus âgée dont les réserves ont servi au développement de la tige.

J'ai obtenu moi-même bon nombre de résultats qui confirment cette manière de voir.

Lorsqu'un greffon provenant d'une plante à racine non renflée est placé sur une plante dont la racine deviendrait normalement tuberculeuse, on constate, en général, que cette racine ne s'hypertrophie pas. Elle ressemble alors à la racine propre du greffon et lui sert aux mêmes usages (greffes de Chou sur Navet, de Céleri sur Panais, de Laitue sur Salsifis, etc., fig. 5, pl. 1, fig. 10 et 14, pl. 2).

Si le greffon est une racine tuberculeuse très jeune, munie de sa rosette de feuilles et n'ayant pas encore commencé ses réserves, et le sujet, une plante qui ne donne naissance à aucun tubercule, on constate que les réserves se forment exclusivement dans ce qui reste de la racine-greffon. Aucun renflement ne se montre dans le sujet, que ce soit une racine ou une tige. De plus, la croissance de cette racine ou de cette tige se trouve arrêtée si les dimensions du sujet permettent une absorption suffisante de sève brute.

Il en est ainsi dans les greffes de Navet sur Chou (fig. 3, 4, pl. 1, et fig. 13 et 14, pl. II).

Si sujet et greffon proviennent tous les deux de plantes à racines tuberculeuses, comme le Panais et la Carotte, par exemple, les réserves se forment encore exclusivement dans la racine-greffon.

Cette racine, ne pouvant s'étendre dans le sens de la longueur, croît latéralement et prend une forme irrégulière et bosselée, qu'il s'agisse d'un tubercule ordinairement arrondi (Panais) ou allongé (Carotte), fig. 7, 8 et 9, pl. 2.

La racine-sujet sert donc exclusivement au transport de la sève brute; elle ne s'accroît plus, à moins que pour assurer la reprise on n'ait laissé pousser pendant un certain temps quelques feuilles au sujet, et la ligne de démarcation entre le sujet et le greffon est d'autant plus tranchée que la carottine ne pénétrant pas dans le Panais, les deux plantes sont de couleur bien différente (fig. 7 et 8, pl. 2).

Conclusions. — *Dans la majeure partie des plantes tuberculeuses, le greffon seul fabrique les réserves qui ne se déposent pas en dessous du bourrelet cicatriciel. Si le greffon ne forme pas ordinairement de réserves, la racine-sujet ne se renfle pas, étant incapable, une fois greffée, de produire elle-même les matériaux qu'élabore sa tige propre.*

J'ai toutefois constaté deux exceptions à cette règle : celle du Chou de Milan greffé sur Chou-Rave et celle du Chou de Mortagne sur Navet long à collet rose.

Nous avons vu dans la première partie en quoi consistent ces exceptions. Dans la greffe de Chou de Milan sur Chou-Rave il s'est formé à la fois une pomme comme dans la première de ces variétés et une racine tuberculeuse comme dans la deuxième. Dans la greffe du Chou de Mortagne sur Navet long à collet rose, le sujet a fourni un tubercule, mais très tardivement.

III. — De la transpiration dans les greffes herbacées.

Peu de temps après l'opération de la greffe, les greffons herbacés se fanent très rapidement sous l'influence de la transpiration.

Je me suis proposé d'étudier ce phénomène : 1° dans le Haricot, type des greffons à feuilles minces, se fanant vite et mourant de même ; 2° dans le Chou, type des greffons à feuilles demi-grasses, se fanant vite au début, mais résistant assez bien par la suite.

1° *Haricot greffé.* — Je prends quatre plantules de même âge, élevées ensemble dans de la mousse très humide. J'en greffe trois ; le quatrième haricot servira de témoin. Il est relativement facile,

en choisissant convenablement ces plantules, d'obtenir une surface d'évaporation sensiblement égale.

Je place le témoin et les individus greffés chacun dans un flacon en partie rempli d'eau, dans laquelle plongent les racines du sujet. Le bouchon, percé en son milieu, laisse passer la tige-sujet, de telle façon que le greffon soit en entier en dehors du liquide.

Un manomètre permet de constater les variations de pression qui pourraient se produire à l'intérieur du flacon.

Le tout est soigneusement luté à la paraffine.

Des trois haricots greffés, j'en laisse un à l'air libre, comme le témoin. Le deuxième est placé sous une éprouvette en verre de 250 gr. environ, recouverte d'un manchon de papier blanc. Le troisième, également recouvert d'une éprouvette de 250 gr. et d'un manchon de papier noir, est seul placé à l'étouffée complète, car le précédent reste à l'air libre au moment des pesées.

La surface complète des parties vertes dans chaque échantillon était sensiblement égale à 40 centimètres carrés. Cette égalité de surface me permettait facilement, après les pesées, d'établir les rapports entre les transpirations respectives de mes plantes.

Au bout de 24 heures, le 11 juin 1892, j'obtiens les poids suivants :

A. — Témoin.	2^{gr},47
B. — Haricot greffé laissé à l'air libre.	1,06
C. — Haricot greffé placé sous cloche.	0,45
Le lendemain, après 24 heures, A.	3,29
B.	1,24
C.	0,56
Le 3^{e} jour, après 24 heures, les transpirations sont les suivantes : A.	2,54
B.	0,60
C.	0,46

Le greffon, laissé à l'air libre, meurt complètement desséché.

Pour 24 heures successives, le rapport entre la transpiration du témoin et celle du Haricot greffé à l'air libre oscille entre 2 1/2 et 4.

La transpiration de ce dernier est donc considérablement réduite. Malgré cela l'*arrivée* de l'eau, grâce à la blessure, reste inférieure à la *sortie* ; l'équilibre entre l'absorption et la transpiration est détruit et le greffon meurt desséché.

En plaçant ce Haricot sous cloche, sa transpiration serait devenue deux fois plus faible, et il aurait pu résister alors, sans souffrances apparentes.

A partir du 3e jour, je n'avais plus que trois Haricots en expérience. Les rapports des transpirations restent les mêmes pendant les 4e et 5e jours.

A ce moment, j'ai voulu voir si les méristèmes (1) des parenchymes médullaire ou cortical, qui ne se différencient jamais en vaisseaux, suffisaient à assurer le passage de la sève brute. J'ai enlevé le manchon et la cloche.

Le greffon s'est fané, moins vite il est vrai, et il aurait péri si je n'avais eu soin de le recouvrir à nouveau.

Le 6e jour, le Haricot, placé à l'étouffée complète, meurt pourri : il a *fondu*, suivant l'expression des jardiniers.

Le 7e jour, on voit apparaître les premiers tissus de cicatrisation. Dans toutes les greffes à l'air libre, quelle que soit la plante, les tissus nouveaux se forment à quelque distance de la coupe transversale du sujet ; dans le Haricot sous cloche, ils se sont formés au sommet même, *le long de la circonférence de la couche génératrice.* Ils sont naturellement blanchâtres.

Le 9e jour, les tissus de cicatrisation apparaissent dans le greffon. Si la plante se trouvait dans le sol, la reprise serait assurée. Je déligature, et je mets à l'air libre. La transpiration devient normale sans que le greffon en souffre beaucoup ; toutefois ses feuilles *gardent constamment la position de sommeil* qu'elles ont conservée depuis la greffe, tandis que le témoin prend la position de veille pendant le jour.

La communication vasculaire commençant à s'établir, l'équilibre entre l'arrivée et la sortie de l'eau n'est plus qu'une question de jours. Les tissus de cicatrisation verdissent, mais la plante, insuffisamment nourrie, meurt 15 jours après cette opération.

2° *Greffes-Boutures de Chou.* — En greffant et plantant à la fois les Choux, l'opération réussit rarement à l'air libre. Pourtant, grâce à sa carnosité, cette plante résiste assez longtemps à une transpiration anormale, et, en général, elle reprend bien de

(1) L. Daniel : *Sur la greffe des parties souterraines des plantes* (Compt. Rend. de l'Acad. des Sc., 21 septembre 1893).

bouture. Il était donc intéressant de déterminer la part de la transpiration dans ces phénomènes.

Il m'a été plus difficile que pour le Haricot de trouver des plantes ayant la même surface et le même degré de développement. Cependant, en choisissant mes échantillons dans des semis très abondants, je suis arrivé à cette égalité indispensable.

J'ai mis en expérience, comme pour le Haricot :

1° A. — Un Chou cabus non greffé sectionné près du collet ;

2° B. — Un Chou cabus greffé sur Chou vert sectionné de même, à l'air libre ;

3° C. — Un Chou cabus greffé dans les mêmes conditions, mais placé sous une cloche de 250 gr., recouverte d'un manchon de papier blanc.

Voici les quantités d'eau transpirée au bout de 24 heures consécutives :

1er jour	2e jour	3e jour	4e jour	5e jour
A = 2.05	A = 1.09	A = 1.17	A = 0.44	A = 1.35
B = 1.15	B = 1.81	B = 1.88	B = 0.37	B = 1.53
C = 1.13	C = 0.22	C = 1.22	C = 0.10	C = 1.16

A partir de ce moment, j'ai mesuré pour des temps plus longs :

48 heures	48 heures	7 jours	4 jours
A = 0.80	A = 1.05	A = 4.07	A = 1.85
B = 0.96	B = 0.70	B = 4.74	B = 1.42
C = 0.10	C = 0.60	C = 3.43	C = 3.53

Ces expériences ont été faites du 26 octobre au 16 novembre. A ce moment, la reprise des deux Chous greffés était assurée, mais j'ai dû cesser mes recherches à cause des gelées.

Contrairement à ce qui s'est passé pour le Haricot, c'est ici le Chou greffé, laissé à l'air libre, qui transpire *le plus*, et pourtant il ne meurt pas, la chaleur restant tempérée. Cela tient à ce que le Chou, type des feuilles demi-grasses, contient dans ses tissus une réserve d'eau suffisante pour lui permettre de résister à la transpiration jusqu'à ce que la communication vasculaire soit rétablie.

Dans les Cactées, ce phénomène est plus accentué encore. On sait, en effet, qu'on réussit mieux la greffe, en laissant le greffon séparé de la plante pendant une quinzaine et le plaçant ensuite, ainsi modifié, sur le sujet. Sinon l'excès d'eau entraîne la pourriture.

J'ai remarqué, dans les greffes du Chou, la production de racines adventives aplaties, de structure curieuse. Les racines qui naissent isolément sont arrondies et ont la structure normale, mais celles qui naissent par groupes deviennent concrescentes à des degrés divers. Parfois la concrescence a lieu par les écorces seulement et la structure offre une apparence curieuse. Dans d'autres cas, les bois sont soudés entre eux et, au lieu d'un cercle, la coupe du cylindre central prend une forme ovale plus ou moins accentuée. On trouve du reste tous les intermédiaires entre ces deux extrêmes.

J'ai remarqué en outre que, à certains moments d'une même journée, les quantités d'eau transpirée pour un même temps sont tout à fait anormales dans l'un des greffons, quand elles ne le sont pas dans l'autre, ou dans le témoin, et cela tout aussi bien dans le Chou que le Haricot.

Les précautions que j'ai prises me permettent d'éliminer toute influence due au mauvais fonctionnement des appareils.

Les variations de la pression interne que M. Bonnier a constatées dans ses remarquables expériences (1) sur les plantes sectionnées ne peuvent expliquer le phénomène, car ces variations sont presque nulles au début et pendant un certain temps chez les plantes herbacées.

Or, dans mes expériences, c'est au début que le Chou témoin présente une transpiration anormale ; cela n'a lieu que le 3e jour pour le Chou greffé.

Sans doute, le fait de la blessure produit par le sectionnement de la tige et l'opération de la greffe en est la cause. C'est une preuve de plus qu'au point de vue de l'étude de la transpiration les expériences exécutées sur des plantes entières sont les seules qui ne laissent aucune prise à la critique.

Conclusions. — 1° *Au début de la greffe, le passage de la sève brute du sujet dans le greffon se fait très difficilement. L'absorption de l'eau est réduite sans que la transpiration diminue. De là, rupture de l'équilibre entre l'arrivée et la sortie de l'eau, et la mortification consécutive du greffon.*

Dans les plantes à feuilles minces, telles que le Haricot, la différence est telle, en toute saison, que l'équilibre, une fois détruit, ne peut plus

(1) G. Bonnier : *Recherches sur la transmission de la pression à travers les plantes vivantes* (Rev. gén. de Bot., t. V, 1893).

se rétablir, et le greffon se dessèche si on le laisse à l'air libre. La greffe ne peut réussir que sous cloche.

Dans les plantes à feuilles demi-grasses, comme le Chou, la différence n'est pas assez élevée pour que la rupture de l'équilibre ait des conséquences funestes, sauf dans les chaleurs de l'été et lorsqu'on transplante et greffe à la fois. L'emploi de la cloche est donc subordonné aux conditions du milieu extérieur.

2°. — *Par le fait des blessures qu'elle occasionne, la greffe provoque dans le greffon un état morbide plus ou moins accentué qui se traduit par des irrégularités de transpiration.*

3° *Dans la greffe herbacée, il faut, au point de vue pratique, tenir compte de ces données en réduisant la transpiration.*

S'il s'agissait de lutter contre un phénomène purement physique, la méthode à employer serait uniforme et d'une efficacité assurée. Il suffirait, comme on le fait généralement, d'opérer à l'étouffée, c'est-à-dire d'assurer la saturation de l'air, d'éviter son agitation, l'élévation de température et de réduire la surface de la plante à son minimum.

Mais la transpiration, tout en se rapprochant de l'évaporation, varie suivant d'autres conditions et en particulier sous l'action de la lumière ; elle dépend aussi de la carnosité du greffon, de l'âge de ses diverses parties, de leur santé relative, du sujet sur lequel il est placé, etc.

On ferait, en effet, pourrir telle greffe en employant des procédés qui pourraient réussir avec telle autre ; en un mot, chaque plante se comportant différemment sous le rapport des fonctions physiologiques, il serait important de connaître, dans la plupart des cas, la manière dont se comportent les greffons pour les placer dans les conditions physiologiques les plus favorables à la reprise. Le greffeur pourrait, pour ainsi dire, opérer à coup sûr.

En opérant à une basse température et à l'obscurité, on favorise l'opération, mais il faut cependant une certaine chaleur pour aider à la cicatrisation et une certaine intensité lumineuse pour ne pas supprimer l'assimilation chlorophyllienne, etc.

IV. — Production anormale d'amidon sous l'influence de la greffe.

En étudiant au microscope la reprise anatomique des greffes des Légumineuses, et en particulier celles du Haricot sur lui-même,

j'ai constaté de l'amidon en extrême abondance dans le greffon, lorsque le sujet en est généralement dépourvu ou en présente à peine (1).

Cet amidon est plus abondant dans le parenchyme cortical et dans le parenchyme médullaire au voisinage des faisceaux libéro-ligneux. Il existe même dans les pétioles des feuilles.

Or, les Haricots de même âge, non greffés, ne présentaient à ce même moment aucune trace de matière amylacée, quelle que fût la région considérée.

Cette production d'amidon dans les Légumineuses était donc un résultat de la greffe.

J'ai depuis fait des observations analogues sur un grand nombre de plantes, appartenant à des familles diverses : greffes de *Canna* sur lui-même, de Lis sur Lis, écussons boudeurs du Rosier, etc.

Le plus net de tous ces exemples est fourni par le Lis (*Lilium candidum*), greffé sur lui-même, tige jeune sur tige jeune.

Bien reprise au début, la greffe fut envahie par un Champignon microscopique, l'*Uromyces Erythronii*, qui fit dessécher les feuilles du greffon et celles du sujet. Malgré cela la tige-greffon resta bien verte et en meilleur état que la tige-sujet.

Cette dernière possédait à peine quelques grains d'amidon, tandis que cette substance se trouvait en telle abondance dans le greffon, qu'on se serait cru en présence d'un tubercule destiné à un développement ultérieur (2).

Au niveau de la greffe, le greffon seul présentait de l'amidon.

Ces phénomènes m'avaient vivement intrigué. Mes recherches sur la transpiration du Chou, après la bouture et la greffe, m'ont, je crois, donné la solution de la question.

L'examen microscopique des jeunes plantes qui m'avaient servi pour ces expériences montre que l'amidon s'y est formé en abondance au bout de vingt-et-un jours.

Mais, tandis que dans le Chou bouture témoin et le Chou greffé

(1) L. Daniel : *Sur la greffe des plantes en voie de germination* (C. R. de l'Ass. franç. pour l'Av. des Sc., 21 septembre 1892).

(2) Ceci est à rapprocher des expériences de Tournefort, Gesner, de Lens et du Petit-Thouars, sur la manière de faire produire des bulbilles aux aisselles des feuilles du Lis blanc en isolant les tiges des bulbes un peu avant la floraison et en les suspendant dans des milieux plus ou moins humides (*Ann. de la Soc. d'Hortic.*, t. IV, p. 36 et t. VI, p. 34).

que j'avais laissés à l'air libre, l'amidon s'était développé en très grande quantité, cette substance ne s'était produite dans le Chou greffé placé sous cloche qu'après l'enlèvement de la cloche et la mise à l'air libre. Elle s'y trouvait dès lors en moindre quantité.

De même les Haricots greffés placés sous cloche recouverte d'un manchon de papier n'offrent pas trace d'amidon tant qu'ils restent dans ces conditions.

Les Choux de même âge, laissés intacts dans le sol, ne contenaient pas d'amidon.

Ces phénomènes sont une conséquence de la section qui a détruit l'équilibre entre l'arrivée de l'eau (absorption) et la sortie (transpiration).

Il arrive aussi que l'absorption vient, après la cicatrisation, à dépasser la transpiration : c'est en somme un cas très fréquent, le greffon se trouvant en général de petite taille par rapport au sujet.

On conçoit combien ces phénomènes peuvent varier avec la nature des plantes, la perméabilité relative des tissus qui constituent le bourrelet de la greffe, le degré de perfection de l'opération, les conditions extérieures, etc.

Les écussons boudeurs du Rosier en fournissent un exemple. Ces yeux se développent chaque année simplement assez pour suivre l'accroissement de la tige sur laquelle ils sont insérés.

La soudure, bien que complète, conserve cependant des portions de liège de cicatrisation non résorbées, intercalées entre les tissus du sujet et du greffon. Les tissus de ce dernier sont moins riches en vaisseaux que les tissus correspondants normalement développés ; le parenchyme y prédomine.

La sève brute passe moins facilement dans l'écusson (1) ; la transpiration se fait alors, pour cette région seulement, en partie aux dépens des éléments mêmes de l'écusson, et l'on observe dans

(1) C'est ce qui paraît résulter de mes expériences sur diverses Monocotylédones (Lis, Glaïeul, Hémérocalle). Les tissus de cicatrisation de ces plantes sont exclusivement cellulaires ; jamais il ne s'y différencie de vaisseaux nouveaux. Or, dans la greffe en fente, malgré une reprise bien marquée, le greffon meurt vers la sixième semaine après l'opération ; la fente-coupure, au contraire, n'entraîne pas la mort de la plante, à moins que la section soit trop profonde dans le sens transversal et que presque tous les vaisseaux soient coupés.

Le rôle des vaisseaux dans le transport de la sève brute est donc bien plus considérable que ne le pensent certains physiologistes modernes.

son parenchyme de l'amidon en plus grande abondance que partout ailleurs.

Vient-on à sectionner la tige au-dessus de l'œil boudeur, les communications vasculaires deviennent plus abondantes par suite du développement rapide de cet œil, et l'on ne remarque plus une différence aussi tranchée dans la teneur en amidon de ses divers tissus par rapport à ceux du sujet.

Il va de soi que ces différences doivent être plus accentuées dans les plantes herbacées où la production des vaisseaux est moindre, surtout dans les plantes annuelles.

Conclusions. — La plupart des phénomènes d'influence réciproque du sujet et du greffon s'expliquent très facilement d'après ces faits qui établissent pleinement le rôle jusqu'ici hypothétique du bourrelet de la greffe.

Au point de vue de la marche des liquides dans les plantes greffées, on peut donc considérer deux cas extrêmes, reliés par tous les intermédiaires :

1° Ou l'eau absorbée par le sujet passe dans le greffon en quantité moindre que si ce dernier pouvait se servir de sa racine, sans solution de continuité dans ses vaisseaux ;

2° Ou l'eau du sujet pénètre en plus grande abondance dans le greffon.

Dans le premier cas, qui est de beaucoup le plus fréquent, le greffon se développe moins vigoureusement, reste plus petit, fleurit et fructifie plus vite et plus abondamment ; ces effets sont accentués par le surgreffage, ce qui est conforme à la logique.

Dans le second cas, c'est évidemment l'inverse qui a lieu. Les vaisseaux sont plus développés, les pousses plus vigoureuses, les fleurs plus rares comme dans tout arbre qui s'emporte sous l'influence d'un excès de nourriture.

Ces phénomènes sont, au début principalement, d'ordre physique ; mais ils sont bientôt accompagnés de phénomènes chimiques qui se produisent au sein des cellules et en modifient le contenu (formation de l'amidon sous l'influence de la greffe).

Enfin, telle substance qui passait librement des feuilles dans la racine, ne peut, au travers du bourrelet, pénétrer dans le sujet (inu-

line des Composées, amidon et sucres du Navet dans le Chou, etc.); *telle autre, au contraire, y passera fort bien* (amidon et sucres du Chou de Milan sur Chou-Rave ; atropine de la Belladone dans la Pomme de terre).

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 1

Fig. 1. — Chou de Milan sur Chou-Rave.

Fig. 2. — Greffe de Navet sur Chou, venant d'être faite, et indiquant la manière d'opérer.

Fig. 3. — Navet rond à collet rose sur Chou Nantais.

Fig. 4. — id. portion représentée à peu près grandeur naturelle.

Fig. 5. — Chou pomme sur Navet long à collet rose. Cette greffe est représentée au moment où le Navet n'a pas grossi, bien que ses congénères non greffés aient depuis longtemps formé leur tubercule

Fig. 6. — Fente-coupure de Glaïeul.

Planche 2

Fig. 7. — Panais sur Carotte rouge (profil). Le greffon seul a formé son tubercule.

Fig. 8. — La même greffe, vue de face.

Fig. 9. — Carotte sur Panais.

Fig. 10. — Céleri sur Panais.

Fig. 11. — Navet long à collet rose sur Chou pomme. — Greffe faite à 25 millimètres au-dessus du sol.

Fig. 12. — Navet long à collet rose sur Chou pomme. — Greffe faite au niveau du sol.

Fig. 13. — Navet long à collet rose sur Chou pomme. — Greffe enterrée dans le sol.

Fig. 14. — Laitue d'hiver sur Salsifis jaune. — Le greffon est sur le point de fleurir ; un œil de remplacement s'est développé sur le sujet.

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES

Bactéries et les Fermentations

PUBLIÉS PENDANT L'ANNÉE 1891 (*fin*).

IV. — Nous terminerons par des travaux qui se rapportent principalement à l'étude des actions chimiques produites par des microorganismes.

Nous avons déjà parlé du bacille étudié par MM. Frankland et Fox, sous le nom de *B. ethaceticus*, et nous en avons indiqué l'action sur la glycérine et sur la mannite. M. Frankland, avec un autre collaborateur, M. Frew (1), a étudié l'action du même bacille sur le glycérate de chaux et a obtenu des résultats d'un grand intérêt. Le milieu de culture employé se compose de :

Glycérate de chaux	3 gr.	dans 100cc de solution
Peptone	0,1	
Sels minéraux (phosphate de potasse, sulfate de magnésie, chlorure de calcium)	traces	
Carbonate de chaux.	0,5	

Ce mélange, ensemencé avec le *B. ethaceticus*, subit une fermentation bien définie, mais moins vive que celle que produit le même organisme dans des solutions semblables de glucose, mannite ou glycérine, et même, dans les vieilles cultures, on trouve souvent que le bacille a perdu le pouvoir de mettre en fermentation le glycérate, quoiqu'il se développe encore dans la solution, au point de la rendre très trouble. On peut généralement, mais quelquefois avec beaucoup de peine, restituer au bacille ce pouvoir par des passages en solutions de glucose ou de mannite.

La fermentation se faisait dans un ballon bouché par un tampon de coton. On perdait alors les gaz. Ceux-ci ont été recueillis et analysés dans des expériences spéciales : c'était de l'hydrogène et de l'acide carbonique. L'analyse du liquide a montré que la moitié environ du glycérate de chaux a été remplacée par différents corps, qui sont l'alcool et

(1) P. Frankland et W. Frew : *The fermentation of Calcium glycerate by the « Bacillus ethaceticus »* Journ. of. Chem. Soc. LIX, 81 et 96 (Trans.)

l'acide acétique, en même temps qu'une proportion variable, mais toujours faible, d'acide formique, et une trace d'acide succinique. L'alcool et l'acide acétique sont produits approximativement dans les proportions d'1 molécule d'alcool pour 4 d'acide acétique. La production d'acide formique paraît avoir lieu aux dépens de l'acide acétique déjà formé.

Quant à la seconde moitié du glycérate de chaux, elle n'a pas changé de composition chimique, mais elle dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière, tandis que le glycérate primitif était optiquement inactif. Les auteurs ont isolé à l'état de pureté ce glycérate lévogyre, et en ont tiré l'acide, qui est dextrogyre et donne, par l'évaporation de sa solution aqueuse, un anhydride lévogyre. Le glycérate gauche de chaux obtenu est cristallisé dans le système du prisme orthorhombique avec hémiédrie très manifeste (1).

En somme, le *B. ethaceticus* a réalisé le dédoublement de l'acide glycérique inactif en deux moitiés, dont l'une a été décomposée, et l'autre est douée de pouvoir rotatoire, exactement comme dans les célèbres expériences de M. Pasteur une moisissure a dédoublé l'acide racémique en acide tartrique droit qui a été détruit, et acide tartrique gauche, qui est demeuré intact.

Nous avons un autre exemple de l'influence des microorganismes sur le pouvoir rotatoire des corps dans une note de M. Nencki sur les fermentations lactiques (2).

Il y a beaucoup d'espèces bactériennes qui transforment le sucre en acide lactique. Mais toutes ne donnent pas le même acide lactique. Autrefois on n'en connaissait qu'un, l'acide lactique dit « de fermentation »; cet acide est optiquement inactif. En 1889, MM. Nencki et Sieber ont découvert un *Micrococcus* facultativement anaréobie qui transforme le glucose en un acide lactique dextrogyre, identique avec celui qu'on extrait de la viande et qu'on nomme acide paralactique ou sarcolactique. Ils donnèrent à cet organisme le nom de *Micrococcus acidi paralactici*. Depuis, d'autres bactéries capables de produire l'acide paralactique ont été découvertes, notamment un bacille, trouvé dans le fromage par M. Freudenreich. MM. Nencki et Sieber, dans un travail « sur les phénomènes chimiques qui ont lieu dans l'intestin grêle de l'homme » ont trouvé que sur six espèces de bactéries qui faisaient fermenter le sucre, trois produisaient l'acide lactique actif.

En décembre 1890, M. F. Schardinger a trouvé dans l'eau un court bacille qui produit, aux dépens du sucre de canne ou du glucose, un acide lactique identique, par ses propriétés chimiques, avec l'acide sar-

(1) Ce sel a été examiné au point de vue cristallographique par M. Tutton. Ibid., p. 233.

(2) Nencki : *Die isomeren Milchsaüren als Erkennungsmittel einzelner Spaltpilzarten* (Centralb. f. Bakt. u. Parasitenk. Bd IX, p. 304).

colactique, mais doué d'un pouvoir rotatoire opposé et égal en valeur absolue. Un mélange de parties égales du nouveau lactate de zinc et de paralactate de zinc donne par cristallisation un lactate de zinc inactif et identique avec le lactate dit « de fermentation. »

Ces découvertes, très intéressantes au point de vue chimique, ont aussi un intérêt pratique au point de vue bactériologique : elles permettent de différencier les espèces. Si une bactérie produit de l'acide lactique, on devra chercher si c'est de l'acide inactif, ou droit ou gauche. Voici un exemple de cet emploi du polarimètre à la diagnose des bactéries. MM. Nencki et Sieber ont isolé du contenu de l'intestin grêle un court bacille qui, par l'ensemble de ses caractères, présente la plus grande analogie avec le *Bacterium coli commune*; mais cette dernière bactérie produit, aux dépens du glucose, de l'acide dextrolactique, tandis que le bacille de l'intestin grêle produit, dans les mêmes circonstances, de l'acide inactif. Les deux microbes étaient ainsi nettement différenciés, car l'auteur a constaté qu'un même microbe produit toujours, aux dépens du même sucre, le même acide lactique.

M. Perdrix a étudié plusieurs fermentations produites par une bactérie qu'il a tirée de l'eau de conduite de la ville de Paris (1). Un peu du dépôt laissé sur un filtre Chamberland qui avait filtré cette eau pendant plusieurs jours est semé dans des tubes contenant des fragments de pommé de terre et de l'eau, le tout stérilisé. Ensuite on fait le vide dans ces tubes, on les ferme à la lampe, et on les porte à l'étuve. Les microbes anaérobies pourront seuls se développer. On obtient une fermentation avec abondant dégagement de gaz. Les bactéries qui se cultivent ainsi appartiennent encore à plusieurs espèces. On fait une nouvelle séparation en maintenant quelques gouttes d'une de ces cultures dans un tube de verre très fin, pendant dix minutes, à 78°-80°. Après ce chauffage, le liquide est semé dans des tubes à pomme de terre et eau : un bacille se développe. Il est débarrassé de plusieurs espèces étrangères, mais n'est pas encore pur. On le sème alors sur pomme de terre dans le vide (procédé Roux) et on obtient des colonies séparées. Ces colonies ne sont pas encore sûrement issues chacune d'une seule cellule : il pourrait arriver qu'une colonie provînt d'un paquet de germes différents. On obtient une nouvelle séparation en déposant la semence empruntée à une de ces colonies dans un milieu de culture moins favorable, la gélatine nutritive ordinaire. Cette culture se fait dans des tubes qui rappellent ceux de M. Vignal, mais sont beaucoup plus petits. Même si l'on emploie beaucoup de semence, il ne s'y développe qu'un petit nombre de colonies. Celles-ci peuvent être considérées comme provenant chacune d'une cellule unique. L'auteur appelle *amylozyme* le microbe qu'il a isolé de cette manière. C'est un

(1) Perdrix : *Sur les fermentations produites par un microbe anaérobie de l'eau* (Ann. Inst. Pasteur, 1891, p 287).

bacille qui est mobile quand on le cultive dans les divers milieux ordinaires à l'abri de l'air; il perd sa mobilité en présence de l'oxygène. Il produit des spores.

Il fait fermenter les sucres, agit énergiquement sur la matière amylacée, mais n'a pas d'action sur la cellulose ni sur le lactate de chaux; ces propriétés le différencient de l'*amylobacter* de M. Van Tieghem et du vibrion butyrique de M. Pasteur.

Dans les divers milieux où il pousse il produit des acides, et la végétation s'arrête toujours quand l'acidité atteint le taux de 0 gr. 10 à 0 gr. 12 pour 100 centimètres cubes (évaluée en acide sulfurique). Il ne supporte pas une acidité aussi forte pour commencer à se développer. Il tolère une légère alcalinité, mais ne se développe pas dans un milieu contenant une dose de potasse qui atteint 0 gr.,08 pour 100^{cc}.

L'auteur a étudié les transformations chimiques qu'il produit dans les sucres et dans la matière amylacée.

Voyons d'abord son action sur le glucose. Semé dans du bouillon de veau sucré avec du glucose et additionné de carbonate de chaux (pour que l'acidité ne puisse pas croître jusqu'à arrêter le développement) l'air ayant été chassé par un courant d'azote, il produit une fermentation qui se manifeste par un abondant dégagement de gaz. Ce gaz est un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène. En même temps le glucose est remplacé dans la liqueur par un mélange d'acide butyrique et d'acide acétique. Les proportions d'hydrogène et d'acide carbonique d'une part, d'acide acétique et d'acide butyrique d'autre part, varient à mesure que la fermentation se poursuit. Au début, le volume de l'hydrogène qui se dégage est plus du double de celui de l'acide carbonique; à la fin il est presque égal, mais encore un peu plus élevé. En même temps la proportion de l'acide butyrique dans le mélange des deux acides va toujours en augmentant. L'étude attentive des résultats d'analyses faites à différents moments montrent qu'au début seulement (pendant les trois premiers jours), il se forme de l'acide acétique, mais qu'au bout de ce temps la fermentation devient purement butyrique, et s'accomplit suivant la formule

$$C^{12} H^{12} O^{12} = 4 H + 2 C^2 O^4 + C^8 H^8 O^4$$

Le saccharose et le lactose donnent des résultats semblables, et il est à remarquer que la fermentation du saccharose s'effectue sans que ce sucre soit interverti. Il y a pourtant fixation des éléments de l'eau, et la formule qui traduit le phénomène est :

$$C^{24} H^{22} O^{22} + H^2 O^2 = 8 H + 4 C^2 O^4 + 2 C^8 H^8 O^4.$$

L'auteur a cherché à déterminer les causes de la production d'acide acétique au début de la fermentation. Il a remarqué qu'on en trouve d'autant plus à la fin que l'élimination de l'oxygène a été moins parfaite au début. La présence de l'oxygène libre contribue donc à cette production. Mais ce n'est pas la seule cause, car en opérant dans des con-

ditions qui permettent l'élimination parfaite de l'oxygène, on a encore obtenu une proportion finale de 25 à 30 % d'acide acétique dans le mélange des deux acides. L'auteur pense que les variations dans les proportions des deux acides qui prennent naissance correspondent à des modifications qui se produisent dans la nature des bacilles à mesure que leur âge s'avance.

L'action de l'amylozyme sur la matière amylacée est particulièrement intéressante. Si on cultive ce bacille dans un mélange de pomme de terre et d'eau, sans avoir ajouté de craie pour saturer les acides qui prennent naissance, on constate que 70 % de la fécule sont transformés en un sucre fermentescible pour la levure de bière et voisin du glucose par ses propriétés chimiques. 11 % sont transformés en un mélange d'*alcool éthylique* et d'*alcool amylique* (25 à 28 % d'alcool amylique et 72 à 75 % d'alcool ordinaire). On trouve aussi un peu d'acide acétique, un peu plus d'acide butyrique; il s'est dégagé de l'hydrogène et de l'acide carbonique, et la liqueur renferme un peu de dextrine. Si l'on a mis de la craie avec les pommes de terre, on ne trouve plus de sucre à la fin de la fermentation, car le sucre formé subit, à mesure qu'il se produit, la fermentation acétique et butyrique que nous venons de décrire.

Le sucre produit par l'amylozyme peut être transformé par la levure de bière en alcool ordinaire sans qu'il soit nécessaire de l'isoler. Si l'on sème dans le mélange de pomme de terre et d'eau à la fois l'amylozyme et de la levure jeune, les deux microbes s'associent : le bacille transforme la fécule en sucre et, à mesure, la levure transforme ce sucre en alcool ; et le résultat final est la production d'une plus grande quantité d'alcool que si l'on avait fait agir les deux microbes successivement et séparément. Cela tient à ce qu'en présence de la levure il se forme moins d'acides acétique et butyrique et aussi moins de dextrine.

L'alcool obtenu dans ces conditions est souillé d'un peu d'alcool amylique. Or, nous avons dit que sans levure l'amylozyme transforme une petite fraction de fécule en alcool amylique. Mais l'auteur a voulu s'assurer qu'il ne pourrait pas se former aussi un peu de cet alcool par l'action de la levure de bière sur le sucre de fécule. Il isole le sucre produit par l'amylozyme au moyen de l'amidon, le dissout dans de l'eau de levure, et dans ce mélange stérilisé introduit un peu de levure pure ; comme terme de comparaison, il fait exactement la même expérience avec du glucose. Après fermentation l'alcool distillé, éprouvé au compte-gouttes Duclaux, s'est montré de l'alcool éthylique parfaitement pur dans les deux cas.

Par conséquent l'alcool amylique n'est pas un produit de l'action de la levure de bière sur le sucre de fécule engendré par l'amylozyme. Il ne se produit pas davantage, comme s'en est assuré l'auteur, avec le sucre de fécule formé au moyen de la diastase de l'orge germée. L'alcool amylique qui souille les alcools industriels provient donc de l'action de

ferments étrangers à la levure, et il est permis de l'attribuer à l'amylozyme ou à d'autres bactéries analogues.

Nous terminerons par un travail de M. Beyerinck qui fournit à volonté des applications de la bactériologie à l'analyse chimique des produits de fermentation ou de la chimie à la diagnose bactériologique (1).

Pour mettre en évidence l'aptitude des microbes à produire des acides, il sème une dilution convenable d'une culture, sur une couche de gélatine nutritive rendue opaque par l'addition de craie délayée dans l'eau, fig. 11. La couche de gélatine nutritive est au fond d'une boîte de verre; on fait couler le liquide-semence dans la boîte, et immédiatement on le rejette. Le peu qui en demeure adhérent à la gélatine est absorbé, et les germes restent à la surface. On pose la boîte, le couvercle en dessous, sur une table chauffée, de manière que le fond, placé en haut, soit la partie la moins chaude de la boîte, ce qui évite l'évaporation. Si la dilution était convenable, il se développe des colonies suffisamment

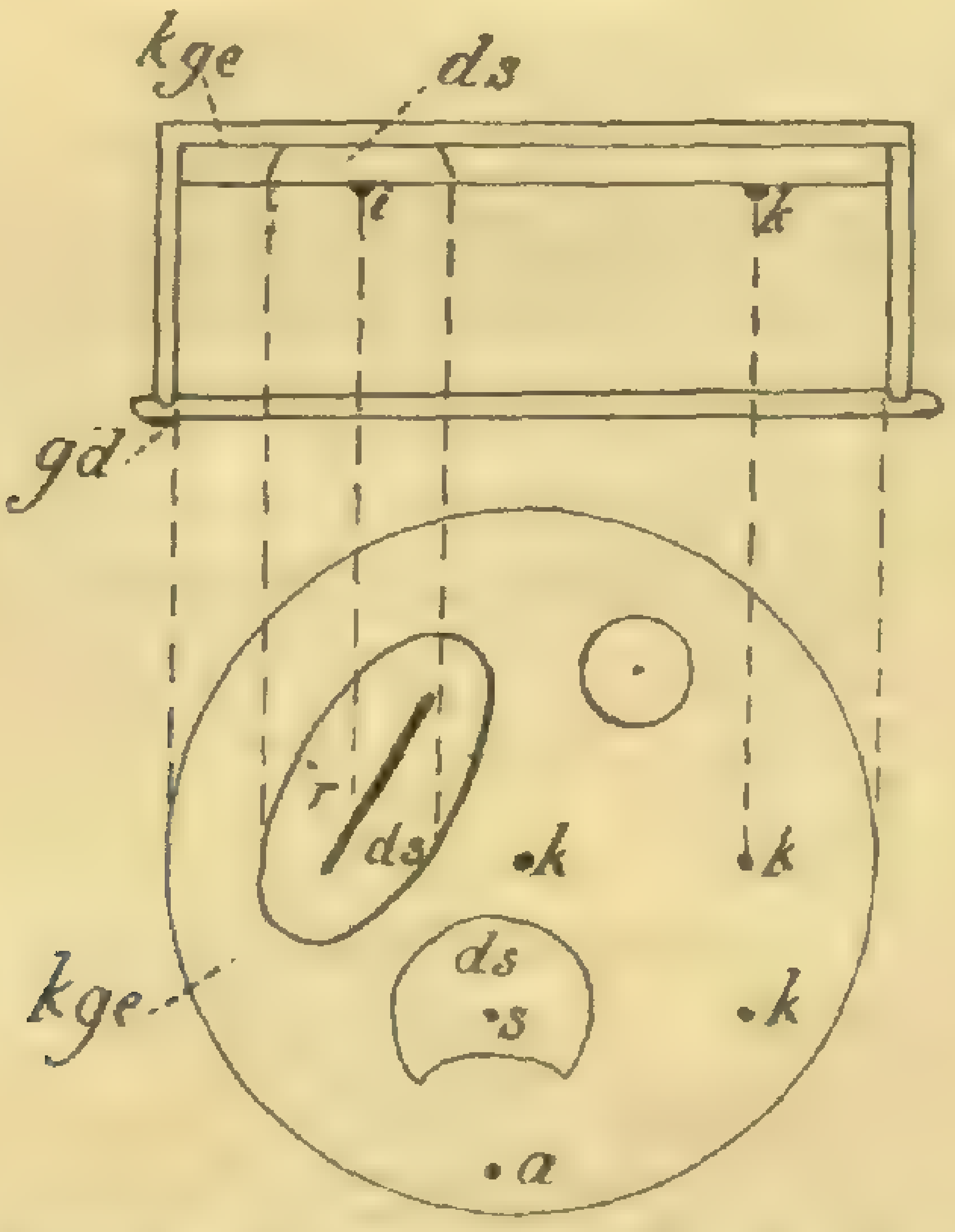


Fig. 11. — Projection et section de l'appareil de M. Beyerinck. — *i*, trace d'un ensemencement par piqûre, produisant un champ de diffusion elliptique.

séparées. Celles qui engendrent un acide dissolvent la craie et se font remarquer en ce qu'elles produisent une tache transparente. C'est la généralisation du procédé que nous avons vu employer par M. Winogradsky dans la culture des nitrobactéries sur plaque de silice gélatineuse rendue opaque par le carbonate de magnésie. L'examen de ces taches peut servir à une étude quantitative et à une étude qualitative.

Supposons connu l'acide qui se produit : une goutte de solution aqueuse de ce même acide titré, déposée sur la même couche, donnera un cercle type et le diamètre des cercles transparents fournis par les

(1) Beyerinck : *Verfahren zum Nachweise der Saüreabsonderung bei mikrobien* (Centralb. f. Bakt. u. Parasitenk. Bd IX, p. 781).

colonies, comparé à celui-là, pourra servir de mesure à la quantité d'acide qu'elles produisent. Ce procédé est très-sensible. Il permet de distinguer facilement, au point de vue de leur énergie comme producteurs d'acide les différents ferments lactiques. Il met en évidence même la production d'acide succinique par les colonies de levure.

On peut aussi obtenir de ce procédé de précieux renseignements qualitatifs. Supposons par exemple que la semence provienne d'un moût de bière en fermentation et qu'elle contienne à la fois de la levure, des ferments acétiques et des ferments lactiques ; ajoutons à la gélatine nutritive, comme substance fermentescible, du glucose. Les ferments acétiques produiront de l'acide gluconique, et les ferments lactiques de l'acide lactique. A l'œil nu, rien ne distinguera les colonies, car les taches transparentes auront le même aspect ; au microscope même, on ne pourra pas toujours distinguer ces deux sortes de ferments. Mais bientôt la levure produira de l'alcool, qui se diffusera dans toute la couche de gélatine, et arrivera jusqu'aux colonies qui ont dissous la craie. Dans les colonies de ferment lactique, l'introduction de l'alcool ne produira aucun changement; dans celles de ferment acétique, au contraire, l'alcool, se transformant en acide acétique, élargira le cercle transparent qui ne contenait jusque-là que de l'acide gluconique, et la différence entre les taches transparentes des deux sortes de colonies ira en s'accentuant de plus en plus.

Suivant les renseignements qu'on demande à cette méthode, on variera les sucres : on remplacera le glucose par le saccharose, le lactose, le maltose, le lévulose, la mannite, etc....

On peut aussi varier le sel par lequel la couche de gélatine est rendue opaque : le carbonate de chaux sera remplacé par les carbonates de magnésie, baryte, strontiane, manganèse, zinc, etc....

La même méthode permet de reconnaître les bactéries qui produisent des alcalis. On sème sur la même couche de gélatine nutritive à craie, à côté des bactéries à essayer, (*a*, fig. 11), une bactérie capable de produire un acide (*s*, fig. 11). La colonie *s* s'entoure d'un cercle transparent, et si la colonie *a* produit un alcali, le cercle de diffusion de l'alcali, invisible par lui-même, vient couper le cercle de diffusion de l'acide de *s* ; la neutralisation s'effectue sur la surface commune aux deux cercles; cette portion reste donc opaque, et le cercle transparent de *S* apparaît échancré suivant un arc de cercle concave.

Ces exemples suffisent pour montrer que cette ingénieuse technique présente de nombreuses ressources.

Léon Boutroux.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

les Algues

PUBLIÉS DE 1889 AU COMMENCEMENT DE 1892 *(suite)*.

Depuis que M. Reinsch a appelé l'attention sur une Floridée parasite du *Polysiphonia fastigiata*, à laquelle il a donné le nom de *Choreocolax Polysiphoniæ*, l'histoire de cette curieuse plante n'a pas été complétée; M. Farlow en a fait connaître les tétraspores; MM. Reinke et Schmitz ont étudié une plante voisine dont ils ont fait le genre *Harveyella*; mais les fruits du *Choreocolax* ont longtemps échappé aux recherches ; nous ne les avons pas rencontrés en automne sur les côtes de Bretagne où l'on trouve en abondance des exemplaires du *Choreocolax* portant des tétraspores.

Cette plante est très commune sur la côte occidentale des Etats-Unis du Nord, où M. RICHARDS (1) a pu l'étudier en détail pendant tout un hiver, de novembre à mars ; les tétraspores n'ont pas cessé de se produire pendant toute cette saison ; les tétrasporanges sont des cellules périphériques du thalle tardivement transformées ; les tétraspores sont ordinairement disposées en croix ; l'auteur n'a pu en observer la germination. C'est au mois de décembre seulement que M. Richards a rencontré des exemplaires portant des cystocarpes ; il a étudié attentivement le développement et n'admet pas que la structure de cet organe puisse faire placer le *Choreocolax* parmi les Gélidiacées.

Les spores du *Choreocolax*, en effet, ne sont pas portées sur le placenta caractéristique des Gélidiacées ; elles tapissent toute la surface de la cavité du carpospore ; c'est une différence fondamentale. M. Richards est d'avis que le genre *Choreocolax* est bien plus voisin des *Galaxaura* et des *Chætangium*, et qu'il appartient, sans doute, à la famille des Chætangiacées. La publication définitive de M. Schmitz nous l'apprendra.

M. ZERLANG (2) a fourni sur un point de détail, un complément de la note préliminaire de M. Schmitz, en étudiant les espèces françaises des genres *Wrangelia* et *Naccaria*. M. Bornet avait déjà donné du dévelop-

(1) Proceedings of the Americ. Acad. of Arts and Sc. 1891, p. 46-63, av. pl.
(2) Flora, LXXII, 1889, 37 p. av. 1 p.

pement du cystocarpe du *Wrangelia penicillata* une description et des figures qui montraient l'étroite parenté de cette plante avec les *Naccaria*. M. Zerlang montre que ces deux genres forment avec le genre *Atractophora* Crouan une tribu particulière, les Wrangéliées, dans la famille des Gélidiacées, malgré les différences remarquables qu'ils présentent au point de vue de la structure du thalle et la forme extérieure du cystocarpe.

Le nouveau genre *Flahaultia* Bornet *(F. appendiculata* sp. nov.) appartient aux Rhodophyllidacées ; il se place entre le *Turnerella* et le *Rissoella*, dont il se distingue aisément par la structure du thalle (1).

Autant il est facile d'observer les tétraspores du *Catenella Opuntia*, autant les organes sexués en sont rares. M. Harvey Gibson a eu la bonne fortune de pouvoir les étudier sur les côtes d'Angleterre (2) ; il fait remarquer entre autres choses que malgré l'abondance des appareils trichophoriques, il se développe un très petit nombre de cystocarpes ; mais il n'ajoute rien qui doive modifier la place attribuée à ce genre par M. Schmitz.

M. Bornet décrit le *Fauchea microspora* (3), découvert par M. Rodriguez entre 70 et 120 m. de profondeur, près des côtes de Minorque. Comme le *F. repens*, avec lequel il avait été confondu jusque-là, le *F. microspora* est une Algue des eaux profondes ; l'auteur met en parallèle la description, la diagnose et des figures des deux espèces ; il en résulte qu'elles se distinguent nettement par plusieurs caractères importants fournis par le thalle aussi bien que par les appareils reproducteurs.

M. E. S. Barton a décrit des galles produites dans le thalle du *Rhodymenia palmata* par un copépode (4).

On se rappelle à quelles discussions a donné lieu le développement terminal dans les trois genres *Chylocladia, Champia* et *Lomentaria* (5). M. Debray, avec M. Bigelow et après M. Kny, trouvait le point végétatif situé au sommet des branches du thalle, constitué par plusieurs cellules génératrices indépendantes, disposées régulièrement autour du sommet, sur une, deux ou trois circonférences de plus en plus éloignées du sommet considéré comme centre. Par des cloisonnements transversaux répétés, chacune d'elles forme une série longitudinale à un filament dont chaque cellule se divise ensuite tangentiellement en une cellule corticale et une cellule profonde. Il n'y a donc pas une cellule terminale unique, comme on l'a dit par erreur. M. Debray est revenu

(1) Mém. de la Soc. des Sc. nat. et math. de Cherbourg. XXVIII, 1892, p. 278-280 et pl. II.

(2) Journ. of the Linn. Soc., Bot., XXIX, pet. 8°, 9 p. av. 2 pl. ; — Notarisia févr. 1892.

(3) Bull. Soc. bot. de France, XXXVII, 1890, p. 139-148 et pl. 1.

(4) Journal of Botany, XXIX, 1891, p. 65-68, av. 1 pl.

(5) Voyez la *Revue* III, 1890, p. 40.

sur ce sujet pour confirmer les précédents résultats et pour les appuyer par des observations nouvelles; il a examiné huit espèces des trois genres nommés ci-dessus (1). M. Debray émet incidemment l'hypothèse que ces trois genres pourraient bien n'en faire qu'un; l'étude anato-

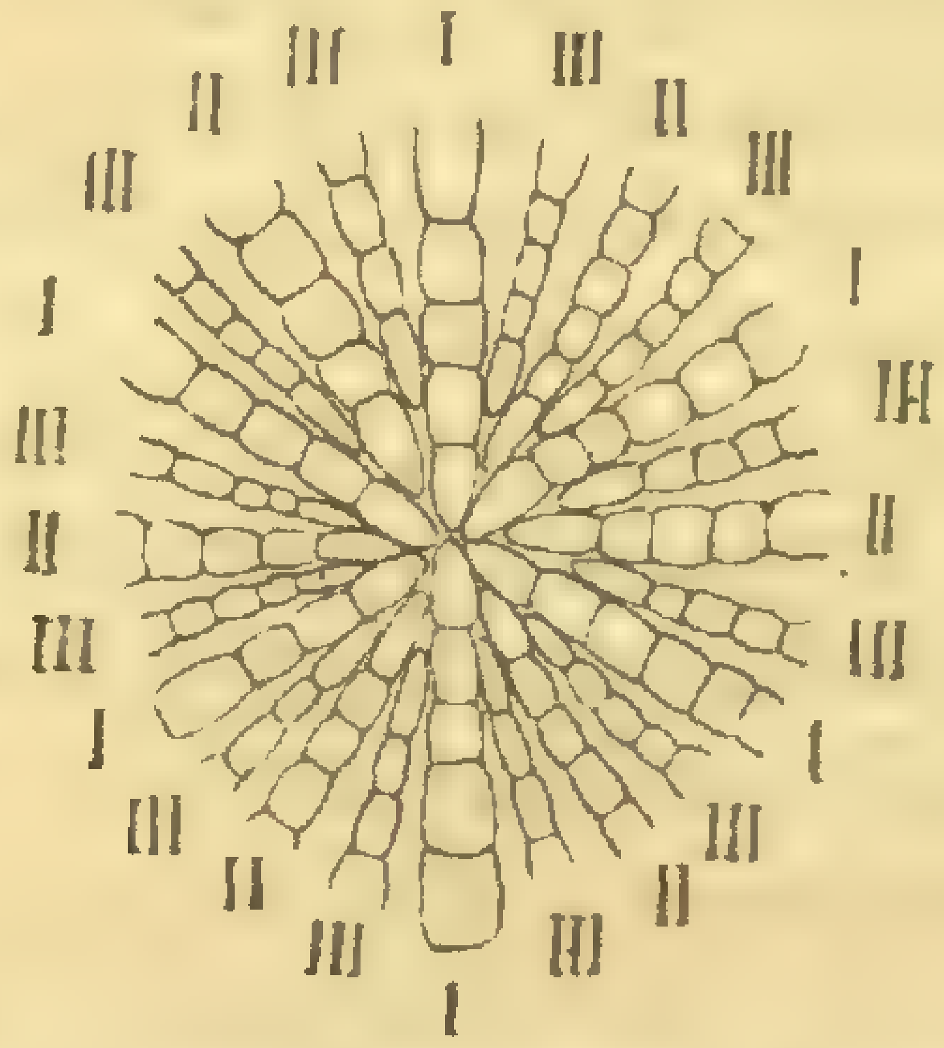


Fig. 12. — *Chylocladia mediterranea*; coupe transversale du sommet d'une branche montrant la confluence des filaments et de leurs cellules terminales vers le sommet.

mique confirme cette manière de voir. M. Schmitz les rapproche, sans les confondre pourtant. Nous devons souhaiter que la classification puisse toujours tenir compte à la fois des caractères tirés de la morphologie générale et de ceux que fournissent les phénomènes reproducteurs.

De son côté, M. Wille (2) n'abandonne pas la partie et décrit de nouveau le sommet végétatif du *Lomentaria Kaliformis;* il est beaucoup moins affirmatif qu'il ne l'était jusque-là; la figure nouvelle qu'il publie ne ressemble pas à la fig. 57 de la pl. V du mémoire qu'il publiait en 1887, et qui a fait naître cette discussion; il y figurait une cellule terminale et ses premières divisions ; la cellule qu'il admet comme terminale aujourd'hui est excentrique au même degré que trois autres, terminant comme elle des séries longitudinales de cellules. Nous avons voulu nous faire une idée personnelle sur ce point en examinant le sommet végétatif de plusieurs des espèces de ces genres, qui sont communes sur les côtes de Bretagne ; nous ne pouvons mettre en doute l'exactitude des observations de MM. Kny, Debray et Bigelow.

M. Hauptfleisch (3) s'est occupé des organes reproducteurs des trois genres, sur le conseil de M. Schmitz. Il reconnaît aussi qu'ils sont extrêmement voisins. Après avoir fait une sorte de monographie d'un certain nombre d'espèces appartenant à chacun d'eux, il conclut à leur maintien comme genres distincts et les subdivise en sections naturelles. Le travail de M. Hauptfleisch nous paraît résoudre complètement les difficultés actuelles relatives à la systématique des genres en question.

(1) Bull. Scient. du dép[t] du Nord, 2[e] sér., IX, n[os] 7-8 ; — Bull. Scient. de la France et de la Belgique, XXII, p. 319-416.

(2) Botan. Centralblatt, XXXVII, p. 420-422.

(3) *Flora*, 1892, avec 2 pl.

M. J. Rodriguez a publié sur le genre *Nitophyllum* une étude importante sur laquelle nous donnerons d'autant plus de détails que la Revue dans laquelle elle a été publiée est moins répandue dans les Bibliothèques (1).

Le *Nitophyllum carneum* est voisin du *N. carybdæum* Borzi, mais tandis que cette dernière espèce est sessile et atteint 35 centimètres de long, le *N. carneum*, toujours stipité, ne dépasse pas 8 centimètres de longueur; les spores et les tétraspores du *N. carneum* sont aussi plus petits que ceux du *N. carybdæum*.

Le *N. marmoratum* ne peut être comparé qu'au *N. Bonnemaisoni*, qui s'en distingue pourtant par son stipe habituellement prolongé et ramifié dans la partie inférieure du limbe, par l'absence de veines à la surface, par le bord denticulé de ses lobes et par ses sores bien plus gros.

L'étude de ces deux espèces nouvelles et des espèces voisines a conduit M. Rodriguez à attacher à certains caractères une importance qu'on ne leur accordait pas jusque-là et à modifier la classification de ce genre; ce sont : la forme convexe ou biconvexe des sores qui apparaissent par suite sur l'une des faces ou sur les deux faces de la fronde; la fusion plus ou moins complète des cellules mères des tétraspores en amas non cloisonnés ou le maintien primitif par des cloisons de tissu non sporifère. En appliquant ses observations aux espèces connues du genre, M. Rodriguez en propose un nouveau groupement :

I. Fronde plus ou moins érigée, non radicante.
    A. Fronde filiforme. Sores infra-axillaires (*N. confervaceum* Meneghini).
    B. Fronde plane membraneuse.
    α. Sores à peu près solitaires au voisinage des extrémités de la fronde (*N. uncinatum* J. Agardh, *N. venulosum* Zanardini).
    β. Sores épars sur presque toute la surface des frondes.
    + Sores biconvexes.
        N. punctatum Harvey, *N. carybdæum* Borzi, *N. carneum* Rodriguez.
        N. Bonnemaisoni Greville.
    ++ Sores convexes.
        N. marmoratum Rodriguez. *N. Hilliæ* Greville.
    γ. Sores formant des lignes longitudinales, plus ou moins parallèles au bord des lobes, ou formant des prolifications marginales.
        N. Gmelini Greville, *N. sandrianum* Zanardini, *N. laceratum* Greville.

II. Fronde horizontale, radicante à la face inférieure (*N. reptans* Crouan).

(1) Anal. de la Soc. esp. de hist. natur. XVIII, p. 405-413 et pl. III, IV, 1889.

Le nouveau genre *Cronimophyllum* Batters (1) est une Delessériacée voisine des *Nitophyllum*. Le *Cr. Buffhami* vit en parasite sur les frondes du *Nitophyllum laceratum*, sur les côtes d'Angleterre; le fruit ressemble à celui des *Nitophyllum* et a la même structure.

M. G. Karsten donne le nom de *Delesseria Amboinensis* (2) à une Floridée qu'il a recueillie en grande abondance dans les ruisseaux d'eau courante parfaitement douce; elle forme des gazons dans le lit des ruisseaux de l'Ile d'Amboina (Moluques), jusqu'à une altitude qui atteint « plusieurs centaines de pieds ». On ne connaissait aucun fait de ce genre. Ce nouveau *Delesseria* était stérile, mais il ne saurait être confondu avec aucun autre; il a la physionomie d'un *Catenella Opuntia* avec des dimensions plus grandes; il est très voisin du *D. mnioides*; il n'est pas éloigné non plus du *Caloglossa Leprieurii* qui remonte lui-même assez loin dans les fleuves, mais pas au-delà pourtant des points où arrive l'eau salée. La composition géologique de l'île, ce fait surtout que les blocs de rochers couverts de polypiers se rencontrent jusqu'à une grande hauteur, prouve que l'île a émergé peu à peu pendant la période actuelle. Il n'est pas douteux que le sol ainsi émergé a dû contenir du sel marin pendant longtemps. Le *D. Amboinensis* serait un témoin d'un état antérieur, le résultat d'une adaptation lente à des conditions nouvelles de milieu. Cette hypothèse est rendue plus probable encore par cet autre fait que les zoologistes ont trouvé dans les mêmes ruisseaux de l'île plusieurs animaux qu'on ne rencontre d'ordinaire que dans la mer.

MM. Nägeli et Cramer ont publié en collaboration, en 1885, un travail sur le *Caloglossa Leprieurii*; ils n'en connaissaient pas alors les organes reproducteurs; M. Cramer revient sur l'histoire de cette plante pour la compléter (3). Les tétraspores sont formées par la division cruciale successive du contenu des cellules périphériques du thalle, et sont mises en liberté par une ouverture qui se forme à la partie supérieure de la cellule-mère; ce que l'auteur a pu suivre du développement des anthéridies et des cystocarpes n'éloigne pas cette plante des *Delesseria*, parmi lesquels la plaçaient Montagne et Harvey.

Le *Cladhymenia Borneti* Rodriguez est la première espèce de ce genre qu'on ait observée dans la Méditerranée; elle a été recueillie dans les profondeurs voisines de Port-Mahon, par 80 à 120 m.; on connaît trois espèces de ce genre à la Nouvelle-Zélande; une autre a été découverte aux Bermudes par M. Farlow; la découverte de M. Rodriguez a donc un intérêt tout particulier.

M. Harvey Gibson décrit les anthéridies du *Polysiphonia elongella*

(1) Journal of Botany, mars 1892.

(2) Botan. Zeitung, 1891, n° 17, av. pl. V.

(3) Festschrift zur Feier d. fünfzigjähr. Doct. Jub. d. Prof. Nägeli, 4° de 18 p. av. 3 pl., Zürich, 1891.

Harvey (1) et donne ailleurs (2), à l'occasion de l'histologie du *P. fastigiata*, un certain nombre de détails déjà connus, au sujet de la continuité du protoplasme, du mode de développement et d'émission des tétraspores, etc.

Depuis la publication de la deuxième édition du Catalogue des Algues du Nord de la France, donnée par M. Debray en 1885, un certain nombre d'espèces nouvelles ont été observées sur les côtes du Boulonnais. M. Giard énumère incidemment (3) un certain nombre d'espèces nouvelles recueillies par M. Debray. Parmi elles, nous signalerons *Callithamnion membranaceum* Magnus, qui vit à l'intérieur des gaines solides enveloppant les colonies de divers Sertulariens ; il est probablement identique, suivant M. Debray, avec le *C. entozocium* Reinsch.

Fig. 13 et 14. — *Cladhymenia Borneti* ; A, jeune exemplaire ; B, plante adulte avec des groupes de tétraspores plus foncés que l'ensemble du thalle.

M. Gibson donne le nom de *Rhodocorton seiriolanum* à une plante trouvée par lui sur les côtes d'Anglesey (4) ; elle diffère des *Rhodocorton* tels que les a définis Nägeli par l'existence d'une couche basilaire discoïde de la surface supérieure de laquelle s'élèvent les filaments caractéristiques des *Rhodocorton*. Par ce disque basilaire, la plante de M. Gibson est bien voisine des *Chantransia*. Cette note n'ajoute malheureusement rien d'important à la connaissance d'un genre dont les affinités et les caractères ne sont pas assez connus.

M. Foslie décrit et figure quelques espèces nouvelles de Coral-

(1) Journal of Botany, avril 1892.
(2) Journal of Botany, 1891, 4 p. 8° av. 1 pl.
(3) Bull. scient. de la France et de la Belgique, XXII, p. 257-264.
(4) Journ. Linnean Soc., Botany, XXVIII, p. 201-205, av. 1 pl.

linées (1) : *Lithothamnion boreale*, qu'il considère comme intermédiaire entre les *L. glaciale* et *calcareum*; *L. fornicatum*, voisin du *L. Ungeri*; *L. colliculosum*, etc.; il fournit aussi quelques données complémentaires des travaux de M. Kjellman sur la flore des mers arctiques.

Il ne nous reste plus, pour finir, qu'à mentionner un intéressant travail de M. Batters sur le *Schmitziella* (2). C'est le *Melobesia Thureti* Bornet; cette Corallinée habite les membranes cellulaires du *Cladophora pellucida* Kützing. Son thalle n'est pas incrusté de calcaire : il est filamenteux ou membraneux par concrescence dans un plan. On en connaît les tétrasporanges et les tétraspores; on en connaît aussi les cystocarpes à divers états de développement, mais on n'en a pas trouvé les anthéridies. Les conceptacles forment des pustules qui s'ouvrent au-dessus de la surface de la membrane du *Cladophora*, en rompant ses couches cuticulaires superficielles.

IX. Distribution géographique

Nous suivrons dans cette revue rapide le plan que nous avons suivi précédemment et pour les mêmes causes (3). Les études sur les flores locales sont toujours très nombreuses; les raisons en sont très naturelles; mais quand il s'agit d'algues terrestres ou d'eau douce, l'intérêt de ces études locales dépasse rarement celui de simples listes, où les espèces sont étudiées avec plus ou moins de critique. Ils n'ont, le plus souvent, aucune conséquence pour la connaissance de la distribution géographique et peuvent à peine être utilisées dans ce sens. Nous essaierons de les grouper et d'en déduire quelque idée synthétique lorsque ce sera possible; nous y parviendrons plus souvent lorsqu'il s'agira des flores algologiques marines.

Il convient de mentionner en commençant quelques travaux qui ont un intérêt général au point de vue de la distribution des algues.

On a coutume d'attribuer à la composition de l'eau de mer et surtout à son degré de concentration une grande importance au point vue de la distribution des algues. Il est certain que la flore de la mer du Nord, où la salure atteint 3,5 o/o, est beaucoup plus riche que celle de la Baltique, même dans sa partie occidentale, où le sel atteint encore 1,7 o/o, et qu'elle devient extraordinairement pauvre au fond de la Baltique, où elle ne contient plus que 0,15 o/o de sel. On sait que cet appauvrissement se manifeste partout où le voisinage des eaux douces atténue le degré de salure.

Des observations accidentelles ont permis à M. Oltmanns (4) de

(1) Tromsö Museums Aarshefter, XIV, 1891, 23 p. 8°, av. 3 pl.
(2) Annals of Botany, VI, p. 185-194, 1892, av. 1 pl. double.
(3) Voyez la *Revue*, III, 1890, p. 91-92.
(4) Sitzungsb. d. K. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, 1891, p. 193-203, av. 1 carte.

constater que le degré de salure a, en réalité, beaucoup moins d'importance qu'on ne le suppose ; partout où l'eau douce arrive à la mer, elle y arrive dans des conditions qui varient avec son abondance, avec les courants qu'elle forme ou qu'elle rencontre, avec la direction des vents ; il en résulte, pour un même point, des différences notables dans la densité de l'eau ; c'est à ces différences de densité, agissant sur les cellules, qu'il faut attribuer l'appauvrissement de la flore marine.

M. Oltmanns a fait à Warnemünde, près de Rostock, des observations comparatives qui paraissent concluantes sur ce point. Il existe là un chenal mettant la mer en communication avec la lagune qui reçoit à peu près toutes les eaux douces du Mecklembourg ; plusieurs espèces d'algues marines se développent à l'intérieur même de cet étang en des points où la salure est presque nulle, tandis que presque toutes sont exclues du chenal qui charrie tantôt de l'eau de mer, tantôt de l'eau douce.

Le même savant a publié un important travail (1) sur la culture et les conditions biologiques des algues marines.

M. G. Murray (2) a publié un essai sur la distribution géographique des algues, d'après la distribution connue des espèces ; la tentative est intéressante, mais prématurée, et ne nous semble pas pouvoir encore donner des résultats difinitifs.

1. Mers arctiques européennes et presqu'île scandinave. — On n'avait pas entrepris jusqu'à présent des recherches suivies sur la partie de la presqu'île scandinave baignée par la mer polaire, qui s'étend à l'est de Tromsö. M. Foslie a voulu combler cette lacune et compléter les travaux des botanistes suédois et norvégiens sur les flores marines polaires (3). Il fait remarquer que bon nombre d'espèces de l'Atlantique boréal ne dépassent pas le Cap Nord vers l'Est, tandis que bien des espèces des mers polaires ne s'étendent pas au-delà de ce point vers l'Ouest. Il y a donc là deux régions voisines et bien distinctes pourtant. Algologues et zoologistes reconnaissent toujours avec plus de certitude que, dans une même mer, un cap qui dévie les courants détermine une limite nette entre les subdivisions naturelles de la faune et de la flore.

M. Foslie a reconnu aussi que beaucoup d'espèces littorales de la Norvège atlantique atteignent des profondeurs plus grandes du côté de la mer arctique ; la reproduction, pour une même espèce, paraît s'y manifester plus tard que dans les zones plus méridionales. Les *Lithothamnion*, *Lithophyllum* et *Melobesia* entrent naturellement pour une part considérable dans la composition de la flore du Finmarck oriental ;

(1) Pringsheim's Jahrbücher, XXIII, 1891, gr. 8° av. 2 pl.
(2) Transactions of the Liverpool biolog. Soc., 1891.
(3) Tromsö Museums Aarshefter, XIII, 1890, et XIV, 1891.

nous avons vu plus haut qu'il y a découvert plusieurs espèces nouvelles de ce groupe. Les Laminariées y occupent cette place prépondérante qu'elles paraissent avoir dans toutes les terres arctiques; les *Alaria*, *Phyllaria*, *Laminaria* donnent lieu à plusieurs observations critiques; les genres *Monostroma* et *Prasiola* sont représentés, le premier par 7, le second par 3 espèces. Cette flore a, en somme, une physionomie nettement polaire. L'*Halosaccion pubescens* est décrit et figuré ici pour la première fois.

M. B. Hansteen a publié sur la distribution des algues sur les côtes occidentales de la Norvège un travail que nous n'avons pas eu l'occasion de lire (1).

2. Mer du Nord, Baltique et mers voisines. — M. Batters a publié, en collaboration avec M. Holmes (2) un travail d'une importance capitale pour toutes les personnes qui s'occupent des algues dans la mer du Nord et la partie septentrionale de l'Océan atlantique, en publiant une liste critique des espèces connues jusqu'à présent sur les côtes de la Grande-Bretagne. Aucun travail de ce genre n'avait été publié depuis le *Phycologia britannica* de Harvey, ouvrage toujours précieux, mais qui est bien loin de donner le tableau complet de la flore algologique des Iles britanniques. Grâce à leurs relations avec la plupart des algologues contemporains les plus autorisés, les auteurs n'ont négligé aucun groupe. Cette étude attentive, mieux encore que le livre de Harvey, prouve les liens étroits qui unissent les côtes bretonnes aux Iles britanniques, au point de vue biologique. Quelques espèces seulement signalées par MM. Holmes et Batters et le plus souvent confinées vers le nord de la région qu'ils étudient, manquent à nos côtes de Bretagne et sont communes avec celles de la Scandinavie; par contre, nous possédons un certain nombre d'espèces méridionales qui n'atteignent pas les côtes anglaises. Quoi qu'il en soit, il nous paraît de plus en plus démontré que la flore des îles de la Grande-Bretagne nous donne la conception la plus nette de la végétation marine du domaine nord-atlantique européen, s'étendant entre le Cap Finistère et le Cap Nord.

M. Traill nous transporte au Nord de la pointe septentrionale de l'Ecosse (3). Les îles Orkney sont très remarquables, nous assure le zélé botaniste écossais, par la beauté et la rareté de leurs Algues; le catalogue qu'il nous en donne nous laisse la certitude qu'il reste encore beaucoup à faire; il ne nous signale que 3 Myxophycées et 34 Chlorophycées; par contre, il mentionne 68 Phæophycées et 167 Rhodophycées. C'est encore une flore nettement atlantique; la pauvreté en Siphonées laisse seule soupçonner l'apparition des conditions propres au domaine boréal.

(1) Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, XXXII, Christiana, 1892.
(2) Annals of Botany, 1891, p. 68-170 et appendix, p. 518-526.
(3) Transactions of the bot. Soc. of Edinburgh, XVIII, 1890, 43 p.

Dunbar est situé en face de la mer ouverte, à l'entrée du golfe de Forth, à quelques milles au Nord de Berwick ; le catalogue des Algues de cette localité, que nous donne M. Traill (1) comprend plusieurs espèces que l'auteur n'avait pas observées à l'intérieur du golfe.

M. Batters (2) a voulu fournir aux personnes qui recherchent les Algues sur les côtes anglaises de la mer du Nord, un catalogue analogue à ceux que nous devons à M. Le Jolis et à M. Farlow. Il est le résultat de longues observations ; l'une des plantes les plus remarquables que nous y trouvons mentionnées et l'*Ulothrix discifera* découvert au Spitzberg par M. Kjellman. L'ouvrage de M. Batters nous paraît devoir être utile à tous ceux qui rechercheront des Algues dans la mer du Nord ; l'ensemble des renseignements qui accompagnent le nom de chaque espèce fait de cette « liste » un catalogue critique très précieux ; il comprend 119 genres avec 271 espèces ; 78 d'entre elles étaient inconnues lors de la publication du *Phycologia britannica.*

M. J. Jack publie la liste (3) des Algues qu'il a recueillies en Ecosse, dans la petite baie d'Arbroath, au Nord de l'embouchure de la Tay.

MM. Murray et Batters se sont attachés à rassembler toutes les données encore éparses sur la flore algologique du golfe de la Clyde à l'ouest de l'Ecosse (4) ; ils donnent d'abord une notice orographique et physique de la région qu'ils considèrent, un index bibliographique et une liste provisoire des espèces qui y ont été recueillies ; c'est un travail soigné, qui permet d'entrevoir le moment où nous pourrons réclamer la publication d'une flore marine de la Grande-Bretagne.

On connaît au total 500 espèces d'Algues marines environ dans les mers qui baignent les Iles britanniques ; M. Harvey Gibson (5) en signale 250 dans la zone qui avoisine Liverpool. Elles constituent un ensemble qui ne diffère pas de la flore du domaine atlantique septentrional, tel qu'on peut l'observer depuis le Nord de la Bretagne jusqu'à la pointe N. de l'Ecosse. Ses recherches lui ont fait découvrir un certain nombre de formes plus ou moins intéressantes, parmi lesquelles le *Rhodocorton seirolianum*). Le même auteur (6) a donné une liste préliminaire des Algues marines des environs d'Oban, dans le golfe de Lorn.

M. Holmes donne la liste des espèces intéressantes qu'il peut ajouter, d'après ses observations personnelles, au catalogue des Algues marines des côtes de Devonshire (7) ; il convient de signaler comme particu-

(1) Transactions of the bot. Soc. of Edinburgh, XVIII, 1890, 29 p.
(2) Berwickshire Naturalist's Club Transactions, 1889, 171 p. av. 5 pl.
(3) Journal of Botany, XXXIII, 1890, n° 325.
(4) Journal of Botany, XXIX, 1891, p. 209, 229 et 273, addit. notes, id. 1892, p. 518-526.
(5) Transact. of. the Liverpool biolog. Society, V, p. 83-143 av. 4 pl., 1891.
(6) Transact. of the nat. histor. Soc. of. Glasgow, 1891, p. 223-242.
(7) Journal of Botany, 1890, p. 147.

lièrement intéressante l'observation faite aux environs de Plymouth des *Carpomitra Cabreræ* J. Ag., *Dictyota ligulata* J. Ag., *Stenogramme interrupta* et *Gigartina pistillata.*

L'exploration de la partie orientale de la Baltique a conduit M. REINKE à étudier aussi la flore algologique du golfe d'Helgoland et du littoral allemand de la mer du Nord, s'étendant de l'île de Röm au nord du Schleswig, à l'île de Borkum à l'embouchure de l'Ems (1). On sait déjà que la végétation manque dans la Baltique sur tous les fonds de sable ; il en est de même du côté de la mer du Nord, et comme les fonds instables occupent la plus grande partie de la baie, Helgoland forme comme un oasis au milieu de ce désert. La flore d'Helgoland est notablement moins riche que celle des côtes écossaises et norwégiennes ; beaucoup des espèces qui y sont communes et qui semblent les caractériser, manquent à Helgoland. M. Reinke signale pourtant comme ayant un intérêt particulier les *Valonia ovalis* et *Chyloclodia rosea* qu'il a observés le premier à Helgoland. Le même savant a donné depuis (2) une liste provisoire des Algues brunes et rouges d'Helgoland ; M. Reinke a trouvé dans la mer du Nord plusieurs des espèces nouvelles découvertes par lui dans la Baltique occidentale.

De son côté, M. REMBOLDE (3) publie un premier travail relatif à l'exploration des profondeurs de la mer du Nord ; on peut le considérer comme un programme tracé pour des recherches ultérieures ; il sera utilement consulté par les biologistes qui poursuivront des recherches dans la mer du Nord.

Nous avons signalé plus haut les observations complémentaires de M. Debray sur la flore algologique des côtes du Boulonnais, qui rattachent la mer du Nord à la Manche et à l'Atlantique.

M. Reinbold a fait une œuvre utile en publiant la florule de la Baie de Kiel (4). Il complète les travaux de M. Reinke en embrassant à la fois tous les groupes d'Algues, et en donnant de chaque genre et des différentes espèces une courte diagnose, à laquelle il ajoute, dans bien des cas, d'utiles observations personnelles. Nous savons déjà (5) que la flore de la Baltique est généralement pauvre, que tous les fonds sableux qui y prédominent sont dépourvus de végétation et que beaucoup d'espèces de la mer du Nord ne s'y rencontrent pas ; on peut cependant en signaler un certain nombre comme intéressantes à divers titres ; parmi les Myxophycées, citons seulement *Calothrix Contarenii*, *Microchæte grisea* et *Anacystis Reinboldi* Richter *sp.-nov.* voisine de l'*A. parasitica* ; parmi les Chlorophycées : *Capso-*

(1) Ber. d. deutsch. bot. Ges., VII, heft., 3 p. 8°, 1889.
(2) Ber. d. deutsch. bot. Ges., IX, p. 271-273, 1891.
(3) Schriften des naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein, IX, heft 2, p. 219-228, 1891.
(4) Schriften des naturwiss Ver. für Schleswig-Holstein, VIII et IX.
(5) Voyez la *Revue*, III, 1890, p. 46.

siphon aureolus Gobi (*Ilea fulvescens* J. Ag.), 6 espèces de *Monostroma*, *Protoderma marinum* Reinke, *Prasiola stipitata, Spirogyra subsalsa, Cladophora albida, trichocoma* et *hamosa* Kützing ; parmi les Rhodophycées : *Harveyella mirabilis* Reinke et Schmitz (*Choreocolax* Reinsch). L'absence du *Plocamium coccineum* dans la Baltique est encore à noter ; on sait que cette plante est très répandue dans toute la mer du Nord.

Les eaux vives du Wechsel, la grande lagune et la baie à laquelle Dantzig a donné son nom, réalisent autour de cette ville des conditions assez variées pour en faire l'un des centres les plus favorables aux grandes pêches côtières. Le rivage est plat; la mer est peu profonde; le fond en est sablonneux ou formé de roches erratiques ; la salure y est toujours inférieure à 1 o/o. Ce sont, en somme, des conditions fort analogues à celles de la baie de Kiel, et aussi défavorables que possible au développement d'une flore variée ; elles n'ont pas découragé M. Lokowitz (1). Des prairies de *Zostera marina* et *nana* s'étendent partout où le sable fin, impropre à toute végétation, ne s'étend pas sur d'énormes surfaces ; grâce à la faible salure de l'eau, on y trouve aussi le *Potamogeton pectinatus*, les *Ruppia* et *Zannichellia*. Partout où il y a des blocs erratiques ou des enrochements, on y trouve des *Enteromorpha*, parfois le *Monostroma latissimum*, quelques *Cladophora* et *Ulothrix*, parmi lesquels on peut rencontrer les *Rivularia atra, B. plicata* et *Nodularia littorea*.

Les *Ceramium rubrum* et *tenuissimum*, quelques *Polysiphonia, Phyllophora Brodiæi, Furcellaria fastigiata, Hildenbrandtia rosea* sont à peu près les seules Floridées abondantes ; les Algues brunes elles-mêmes sont en petit nombre. Les *Fucus visiculosus, Ectocarpus littoralis* et *confervoides, Leathesia difformis, Scytosiphon Lomentaria, Chorda Filum* sont assez répandues et donnent, avec les espèces précédentes, une idée assez exacte de la monotonie de la flore marine de la mer Baltique.

La Société allemande de Botanique publie chaque année, à l'occasion de son assemblée générale, l'ensemble des observations faites dans les limites de son domaine sur les espèces et les formes nouvelles ou signalées comme telles. M. Reinke y a publié la liste des Algues marines nouvelles de la Baltique (2).

3. Atlantique européen.— M. Hariot a eu pour but de vulgariser le goût des études algologiques en publiant son Atlas des Algues marines des côtes de France (3).

Notre ignorance à peu près complète de la flore marine des côtes qui s'étendent entre Biarritz et Gibraltar donne un intérêt particulier à la

(1) Festgabe d. Westpr. Fischerei-Vereins für die Theilnehmer des III[e] deutsch. Fischereitages in Dantzig, 1890 ; tir. à p. en br. in-16 de 28 p.

(2) Ber d. deutsch. bot. Ges. VIII, 1890, et IX, 1891.

(3) 48 planches en héliotypie, représ. 110 esp. avec 48 p. de texte, Paris, 1892.

liste des récoltes faites par M. LAZARO (1) sur les rivages des Asturies, de la Galice et de la Vieille-Castille. Elle comprend 153 espèces, dont 78 Rhodophycées, 46 Phæophycées, 25 Chlorophycées et 4 Myxophycées, toutes de la famille des Nostocacées.

La liste des Algues recueillies par M. J. Newton sur les côtes septentrionales et étudiées par le regretté F. HAUCK (2), montre nettement que ces côtes font partie du domaine atlantique européen. Tout au plus, parmi les 142 espèces citées, en est-il cinq ou six qui ne se trouvent pas sur les côtes atlantiques de France. Si les *Laminaria saccharina* et *flexicaulis* ont disparu, le *L. Cloustoni* et l'*Haligenia bulbosa* y révèlent encore l'un des caractères les plus saillants de l'Océan atlantique tempéré.

4. MÉDITERRANÉE ET MERS VOISINES. — En nous donnant une liste de 69 espèces d'Algues récoltées à Malte, M. MÖBIUS étend beaucoup les limites de nos connaissances sur la flore algologique de cette île (3). Il n'est pas douteux pourtant que des recherches ultérieures ne doivent accroître cette liste ; car elle ne comprend guère que les espèces les plus répandues dans les parties les plus chaudes de la Méditerranée.

M. HANSGIRG (4) ajoute à la flore de Hauck, un certain nombre d'espèces et de formes recueillies sur les côtes de la Dalmatie et dans le golfe de Quarnero; ce sont surtout des Myxophycées et des Cyanophycées, parmi lesquelles l'*Ulvella Lens* Crouan.

M. de TONI a publié la liste des Algues nouvelles pour les côtes méditerranéennes des pays de langue allemande (5).

La quatrième partie de la Flore algologique de la Vénétie par MM. de TONI et LEVI comprend les Myxophycées (6). Le *Rivularia nitida* Agardh, qui n'avait encore été observée dans la Méditerranée que sur les rives du Bosphore, est signalée pour la première fois dans l'Adriatique.

M. A. PICCONE (7) ajoute 35 espèces à la liste des espèces antérieurement connues de l'île de Caprera; on ne connaît jusqu'à présent que 45 espèces de cette île ; il est évident, d'après le seul examen des listes publiées par M. Piccone, que ce n'est là qu'une indication des plantes qui y sont le plus répandues; le même observateur a signalé sur la côte de Ligurie (8) la présence du *Codium elongatum* qui n'y avait pas été revu depuis que de Notaris le mentionna en 1846.

L'Archipel des Baléares doit à la constitution géologique très variée

(1) Anales de la Sociedad españ. de hist. natur., XVIII, 1889, p. 275-294.
(2) Boletim da Sociedade Broteriana, VII, 1889, p. 136-158. Lisbonne.
(3) Notarisia, VII, 1892, n° 31, Venezia.
(4) Œsterr. botan. Zeitschrift, XXXIX, 1889, n° 2, p. 42.
(5) Ber. d. deutsch. bot. Ges. VIII, 1890 et IX, 1891.
(6) Atti del R. Ist. ven. di Sc. lett. ed. arti, III, ser. VII, 1892.
(7) La Nuova Notarisia, 1890, p. 24-26, et 1891, p. 352.
(8) La Nuova Notarisia, 1891, p. 350.

de ses rivages et à sa position en pleine Méditerranée, de posséder une flore particulièrement riche ; elle avait été à peine étudiée, ou pour mieux dire effleurée par les botanistes qui ont étudié la flore phanérogamique de ces îles. M. Rodriguez (1) énumère 17 Myxophycées, parmi lesquelles le rare *Calothrix balearica*, 44 Chlorophycées, 28 Phæophycées Zoosporées, 4 Cutlériées, 10 Fucacées, 7 Dictyotées et 178 Rhodophycées. Mais nous n'avons pas affaire à une simple énumération ; l'auteur étudie avec un soin minutieux les genres les plus difficiles, les *Cladophora* dont il a trouvé 17 espèces, les *Cystoseira, Halymenia, Nitophyllum*, etc. Signalons comme nouvelles : *Fauchea microspora* Bornet, *Nitophyllum carneum* Rodriguez, *N. marmoratum* Rodr., *Cladhymenia Borneti* Rodr. M. Rodriguez a tiré grand parti des dragages qu'il a effectués jusqu'à près de 200 m. de profondeur ; ses observations bathymétriques augmentent l'intérêt des notes prises par M. d'Albertis sur les côtes d'Algérie ; nous devons leur publication à M. A. Piccone (2). Le *Corsaro* a fait un nouveau voyage d'exploration, au large des Baléares cette fois. M. d'Albertis y a recueilli 66 espèces d'Algues ; ces récoltes auraient un grand intérêt sans la publication simultanée du travail de M. Rodriguez.

(A suivre). Ch. Flahault.

(1) Anales de la Sc. Esp. de Hist. Natur. XVII-XIX, 1888-90.
(2) Genova, 1889, tipp. dell. Istit. sordonniti, 22 p. 8°.

Le Gérant, Th. Clerquin.

Herincq del. Imp. Le Bigot. Vitou sc.

Recherches sur la Greffe.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : L'*Abies numidica.* — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon) ; sur les Champignons (Costantin) ; relatifs aux méthodes de technique (Dufour) ; sur les Lichens (Hue) ; sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Preparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILIAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genre *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europæum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Révivis-cence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) : des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Mars 1894

N° 63

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

—

1894

LIVRAISON DU 15 MARS 1894

I. — ÉTUDE CRITIQUE ET EXPÉRIMENTALE SUR LA MESURE DE L'INTENSITÉ DES PARFUMS DES PLANTES (avec planche et figures dans le texte), par **M. Eugène Mesnard** 97

II. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. Henri Jumelle** . . 123

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES ALGUES, publiés de 1889 au commencement de 1892 (avec figures dans le texte), par **M. Ch. Flahault** *(fin)* 136

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

Planche 3. — *Appareil pour mesurer l'intensité des Parfums.*

Cette livraison renferme en outre douze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

ÉTUDE CRITIQUE ET EXPÉRIMENTALE

SUR

LA MESURE DE L'INTENSITÉ

DES PARFUMS DES PLANTES [1]

par M. Eugène MESNARD

La mesure de l'intensité des parfums n'a pas été donnée jusqu'à présent d'une manière suffisamment précise. Par une pratique journalière et par des comparaisons très bien faites, les parfumeurs sont parvenus à établir des règles, qui définissent les combinaisons d'odeurs que l'on doit faire entrer dans les bouquets ou dans les différents articles de vente, mais ces règles sont tout à fait empiriques et ne reposent que sur l'éducation préalable de l'odorat.

Il serait pourtant intéressant de connaître quelles sont les lois physiologiques qui président à l'olfaction des odeurs, et de trouver les termes de comparaison auxquels on pourrait rapporter tous les parfums. Depuis quelques années les efforts de plusieurs chercheurs se sont portés de ce côté.

MM. Nichols et Bailey, aux Etats-Unis, ont comparé l'odorat de l'homme et l'odorat de la femme. Pour cela, ils plaçaient une proportion déterminée d'essence dans de l'eau et ils s'arrangeaient de façon à constituer des séries de flacons préparés de telle sorte que, dans chacun d'eux, la solution fut moitié moins forte que dans le flacon précédent. On mêlait les échantillons et les sujets devaient les rétablir dans l'ordre de leur concentration.

Ces expériences, qui ont porté sur quarante-huit hommes et

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

trente-huit femmes, de toutes conditions, ont permis de conclure, qu'en moyenne, l'odorat des hommes est deux fois plus fin que l'odorat des femmes. L'essence de Citron, par exemple, sentie par les hommes dans deux cent mille fois son poids d'eau, n'a été reconnue, par les femmes, que dans une dilution plus forte du double.

Pour mesurer l'acuité olfactive, M. Zwaardemaker, d'Utrecht, a employé des cylindres de porcelaine poreuse imbibée de liquide odorant et des cylindres d'une matière odorante solide, traversée par des tubes de verre sur une longueur qu'on fait varier jusqu'à l'apparition du minimum perceptible. Mais ce procédé ne peut, à priori, rendre de réels services, car nous ignorons les lois de la condensation et de l'évaporation des essences dans les corps poreux.

Fig. 15. — Olfactomètre de M. Ch. Henry.

En 1891, M. Ch. Henry a fait connaître les résultats des expériences qu'il a réalisées à l'aide d'un *olfactomètre* de son invention et avec lequel il a déterminé, pour différentes personnes, le *minimum perceptible*. On définit ainsi le poids de vapeur odorante qu'il faut respirer successivement et accumuler dans les fosses nasales pour qu'on perçoive le parfum. Plus le minimum perceptible d'un parfum est grand, moins le parfum est intense.

L'olfactomètre de M. Ch. Henry (1) (fig. 15) consiste en un réservoir de verre A, traversé par deux tubes glissant l'un dans l'autre : 1° un tube de papier B, bouché par le bas ; 2°, à l'intérieur de celui-ci, un tube de verre gradué en millimètres qui émerge en C et se termine par une fourchette en verre O, qu'on introduit dans les narines.

Pour déterminer le minimum perceptible d'un parfum, on fait pénétrer avec une pipette, par la tubulure (*a*), quelques gouttes de ce parfum dans le réservoir ; on introduit la fourche dans les narines et après avoir noté la seconde, on respire normalement en soulevant le tube C d'un mouvement uniforme ; dès que l'on perçoit le par-

(1) Ch. Henry : *Olfactomètre fondé sur la diffusion à travers les membranes flexibles*. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 9 février 1891.

fum, on arrête le mouvement ; on note la seconde à laquelle s'est produit l'arrêt et on regarde à quelle division du tube C, correspond le niveau du bouchon.

En possession de ces deux éléments, la hauteur et la durée du soulèvement, M. Ch. Henry peut déterminer le poids d'odeur qui passe successivement dans chaque centimètre cube d'air. Mais il faut connaître, en même temps, les constantes de chaque appareil et une constante du corps odorant à la température de l'expérience.

Voici, en effet, ce qui se passe. Lorsque l'on soulève le tube de verre intérieur, on découvre une surface plus ou moins grande du tube de papier qui se trouve alors interposé, comme un diaphragme perméable, entre le réservoir à odeurs et le tube dans lequel on respire, et il est évident que la quantité de parfum qui vient s'accumuler au voisinage des fosses nasales, dépend de la surface de papier mise à découvert, c'est-à-dire de la hauteur dont on a soulevé le tube. On conçoit également que la quantité de parfum qui diffuse à travers le papier est fonction du temps. Mais alors il faut connaître la vitesse de transmission des odeurs à travers le papier.

D'après les expériences de MM. Ch. Henry et G. Robin, le rapport $\frac{q'}{q}$ du poids q' qui s'évapore à travers le papier, au poids q qui s'évapore à l'air libre, est un nombre constant, égal à 0,65. On détermine le poids q, de chaque parfum, qui s'évapore à l'air libre, au moyen d'un petit appareil, qui sera décrit plus loin, et qu'on appelle le *pèse-vapeur*.

Ce n'est pas tout. Comme la vapeur odorante n'est jamais entièrement absorbée par les narines, il faut encore tenir compte, pour chaque expérimentateur, du volume d'air mélangé d'acide carbonique absorbé à chaque inspiration. Cette quantité s'obtient au moyen du *pneumographe*, instrument qui permet d'enregistrer les courbes de la respiration sur un cylindre tournant. Il faut aussi connaître la durée totale d'une inspiration et d'une expiration consécutives. Comme on le voit, l'expérience n'est pas simple.

En possession de toutes ces données, M. Ch. Henry a établi des formules très rigoureuses, qui lui ont donné le minimum perceptible pour les différentes odeurs.

M. Ch. Henry, qui a voulu ramener à des lois mathématiques

toutes les sensations de l'être humain, paraît avoir un peu trop négligé le côté expérimental. On peut, en effet, adresser à la méthode de M. Ch. Henry quelques graves reproches.

L'emploi de l'olfactomètre repose, comme on l'a vu, sur la propriété que possède le diaphragme de papier de retarder l'évaporation du parfum dans une proportion qui est toujours la même et pour tous les parfums. MM. Ch. Henry et G. Robin ont déterminé la valeur du rapport $\frac{q'}{q}$ en expérimentant sur de l'éther, du chloroforme, de la vapeur d'eau, etc., des vapeurs véritables enfin ; or, nous verrons dans la suite, que les vapeurs odoriférantes exhalées par les parfums, essences de Néroli, de Rose, d'Ylang-Ylang, etc., ne se comportent pas de la même façon.

On se demande ensuite comment on peut respirer normalement dans un tube dont le volume est à peu près 80 cc, alors que tout le monde sait qu'un homme déplace, à chaque inspiration, un demi litre d'air environ.

Pour connaître la surface de papier découverte, il faut soulever le tube avec une vitesse constante et noter le temps. M. Ch. Henry ne dit pas avec quelle vitesse. Or, le fait de faire glisser un tube de verre gradué, dans un bouchon de liège, ne paraît pas beaucoup en rapport avec les mesures très précises que l'on obtient, même avec une simple montre à secondes.

Dans un autre ordre d'idées, on peut faire encore une objection. On soulève le tube, dit M. Henry, jusqu'à ce que l'on perçoive le parfum. Mais l'expérience prouve qu'au moment où la personne qui opère commence à reconnaître la présence de l'odeur, elle marque de l'indécision, et alors tous les calculs que l'on peut faire sont inexacts ; où bien, si la personne continue à soulever le tube jusqu'au moment où elle a la certitude de percevoir l'odeur, elle se trouve déjà bien loin du minimum perceptible. En effet, lorsqu'on pénètre dans une chambre renfermant une très faible odeur, on perçoit, en général, cette odeur, dès la première inspiration ; mais la sensation disparaît aussitôt. Il faut, pour que la perception de l'odeur demeure persistante, qu'il y ait une plus grande quantité de parfum répandue dans la chambre. Or, à cette dose, le parfum agit déjà sur le système nerveux de beaucoup de personnes, et il modifie le rythme respiratoire dans des proportions qui ne sont pas prévues par M. Ch. Henry.

Il revient néanmoins, à l'inventeur de cet ingénieux petit appareil, le mérite d'avoir posé nettement le problème de l'olfactométrie et de s'être placé, pour mesurer l'intensité des parfums, dans les conditions d'une atmosphère parfumée.

En 1885, M. Levallois (1), le regretté Directeur de la Station Agronomique de Nice, avait indiqué un procédé qui repose sur la propriété que possèdent le Brome et l'Iode de résinifier les huiles essentielles et de leur enlever toute odeur. Si l'on verse une solution alcoolique de Brome dans un liquide, eau ou alcool, contenant en dissolution ou en suspension une certaine quantité d'essence, cette solution est décolorée instantanément, et si l'on continue les additions de Brome, il arrive un moment où, malgré l'agitation, le liquide reste jaune. A ce moment l'essence est inodore. L'auteur a constaté que le nombre de centimètres cubes employés, était bien proportionnel à la quantité d'essence contenue dans le liquide. Ses essais ont porté sur les essences de Rose, de Géranium Rosat, de Néroli, de Bois de Rose, de Bergamote, de Citron, de Lavande, etc.

Malheureusement, les chiffres que l'on obtient, par ce procédé, sont très peu différents les uns des autres pour les différentes essences, de sorte que l'on ne peut guère en tirer des conclusions pratiques.

A la suite de recherches récentes sur le mode de localisation du parfum des plantes (2), j'ai eu, moi-même, à me préoccuper de trouver des méthodes de mesure qui puissent se prêter à des expériences physiologiques sur les Plantes à parfum. Je me suis naturellement proposé d'appliquer ces méthodes de mesure, aux huiles essentielles que l'on peut avoir en quantité déterminée; car, lorsqu'on opère sur des plantes vivantes, la quantité en poids ou en volume, du corps odorant, reste totalement inconnue.

I. — INSTRUMENTS DE MESURE

Avant toute expérience, il est nécessaire de déterminer, avec beaucoup d'exactitude, le poids ou le volume des faibles quantités de

(1) Moniteur scientifique de Quesneville.

(2) E. Mesnard : *Recherches sur le mode de production du Parfum des fleurs.* Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 21 Novembre 1892. — *Sur le Parfum des Orchidées*, Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 6 mars 1893.

substances sur lesquelles on opère. Plusieurs instruments peuvent servir à cet usage.

1° *Pèse-Vapeurs.* — Cet instrument, complément indispensable de l'olfactomètre de M. Ch. Henry (1), peut remplacer, avec une grande économie, une balance sensible de précision. On peut déterminer, par le pèse-vapeurs, le poids de parfum qui s'évapore à l'air libre par unité de surface dans l'unité de temps, soit par millimètre carré et par seconde.

L'instrument (fig. 16) est un aréomètre plongé dans l'alcool, et dont la tige nickelée A, de 0mm5 environ de diamètre, se déplace le long d'une règle R divisée en millimètres. La tige est surmontée d'une coupelle d'argent B de 0cmc570 environ, destinée à contenir le liquide odorant.

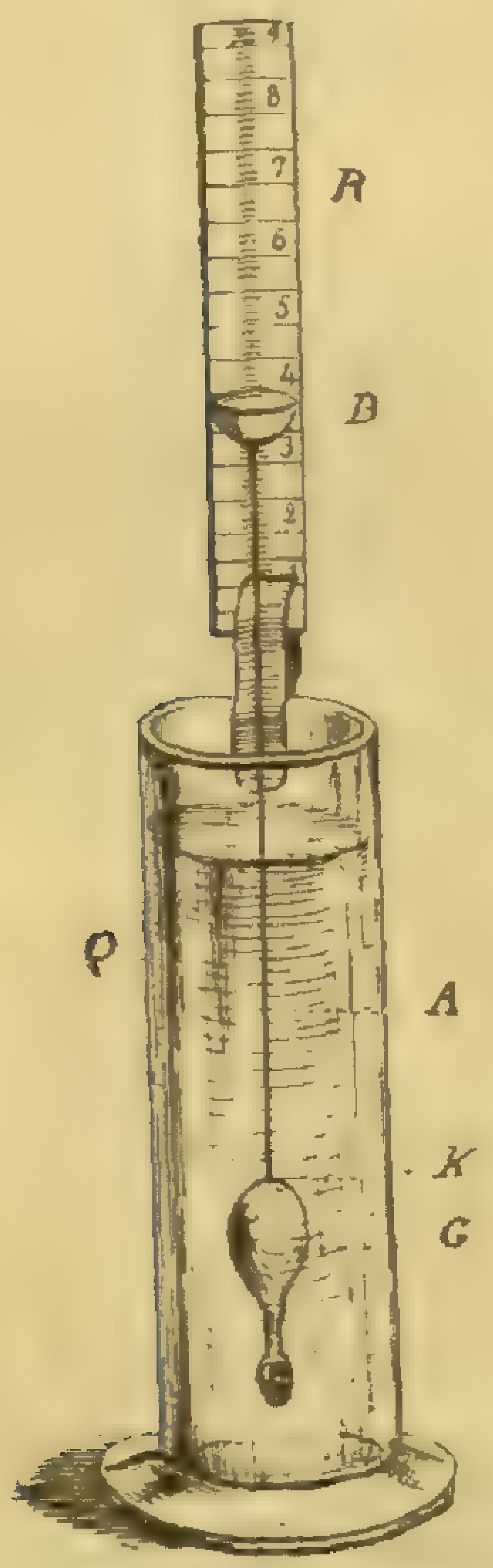


Fig. 16.— Pèse-vapeurs.

Avant toute manipulation, on fait, par une tare convenable, affleurer la tige à quelques millimètres au-dessus du point de soudure du réservoir. On note le nombre de millimètres dont elle s'enfonce sous un poids étalonné de 1 centig. Puis, à l'aide d'un compte-goutte gradué, on emplit lentement la coupelle B, jusqu'à ce que la tige soit presque entièrement noyée. Le liquide déposé dans la coupelle s'évapore : le pèse-vapeur remonte. Au début, l'évaporation est, en général, assez vive ; elle ne devient proportionnelle au temps, pour les huiles essentielles, qu'au bout de quelques minutes. Lorsque, à la fin de plusieurs intervalles de temps égaux, l'appareil a remonté d'un même nombre de divisions, on arrête l'opération et l'on choisit ce nombre comme représentant la volatilité du parfum.

2° *Pulvérisateur gradué.* — J'ai souvent employé, dans mes expériences, un pulvérisateur de verre (voyez K, fig. 1, pl. 3) actionné par une poire en caoutchouc et dont le réservoir est un tube étroit et gradué. Cet instrument permet de pulvériser, dans un récipient donné, un volume exactement mesuré de liquide odorant.

(1) Ch. Henry : *Les Odeurs*. Conférence du 14 mars 1891. Hermann, Paris.

3° *Appareil à lentilles servant à mesurer le volume d'une goutte d'essence.* — L'appareil précédent ne peut s'appliquer à des essences de prix dont on ne possède souvent qu'un faible volume. Quand les expériences doivent porter sur quelques millimètres cubes seulement, il ne faut pas songer à employer des tubes capillaires gradués, car la petite quantité d'essence qui adhère aux parois du verre suffit à introduire une cause d'erreur dont on ne connaît pas facilement la valeur.

L'instrument que j'emploie dans cette circonstance se compose essentiellement (fig. 17), de deux lentilles plan-convexes, dont la courbure est si faible qu'on les prendrait volontiers, à première vue,

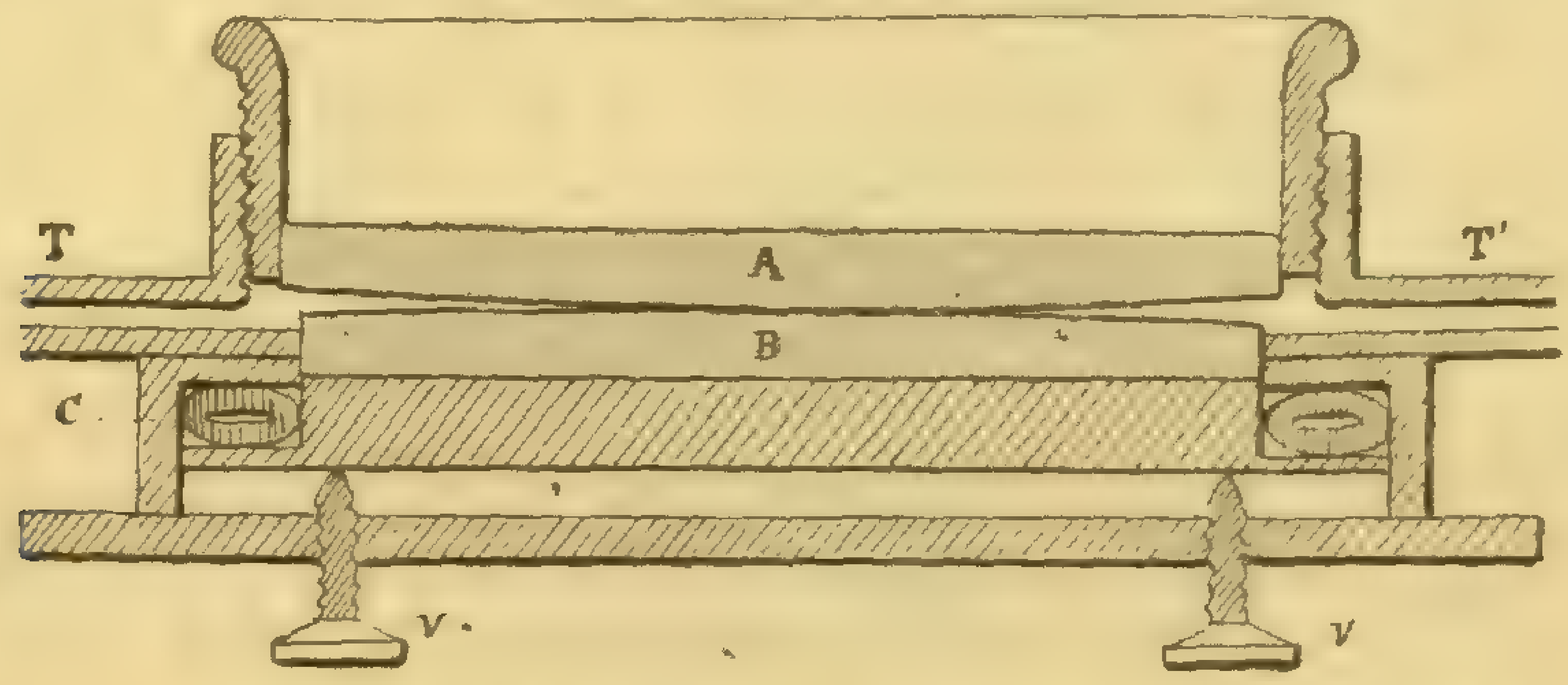


Fig. 17. — Appareil servant à mesurer le volume d'une goutte d'essence par l'écrasement entre deux lentilles.

pour deux lames à faces parallèles. Appliquées l'une contre l'autre, ces deux lentilles produisent, sous l'action de la lumière incidente, de larges anneaux colorés de Newton.

L'une des lentilles (B) est à poste fixe, et forme le fond d'une boîte très plate à laquelle la seconde lentille A, montée sur un pas de vis très fin, sert de couvercle. La lentille B jouit d'une mobilité relative tout en formant un fond bien étanche. Elle peut être manœuvrée du dehors par des vis de pression *v* qui écrasent plus ou moins un tube annulaire de caoutchouc *c*, destiné à fermer le joint.

La goutte d'essence, de volume inconnu, est déposée, avec un tube effilé vers le milieu de la lentille B. On visse aussitôt la lentille A de façon à écraser la goutte liquide. Celle-ci prend la forme d'un très large cercle, à contour très régulier, et dont le centre est exactement marqué par le phénomène des anneaux colorés. Un petit éclair blanc, produit par la lumière qui se reflète sur le verre inférieur, indique le moment de contact absolu. Dans l'air, il se formerait un anneau noir au centre.

A l'aide d'une petite règle de verre, graduée en millimètres et

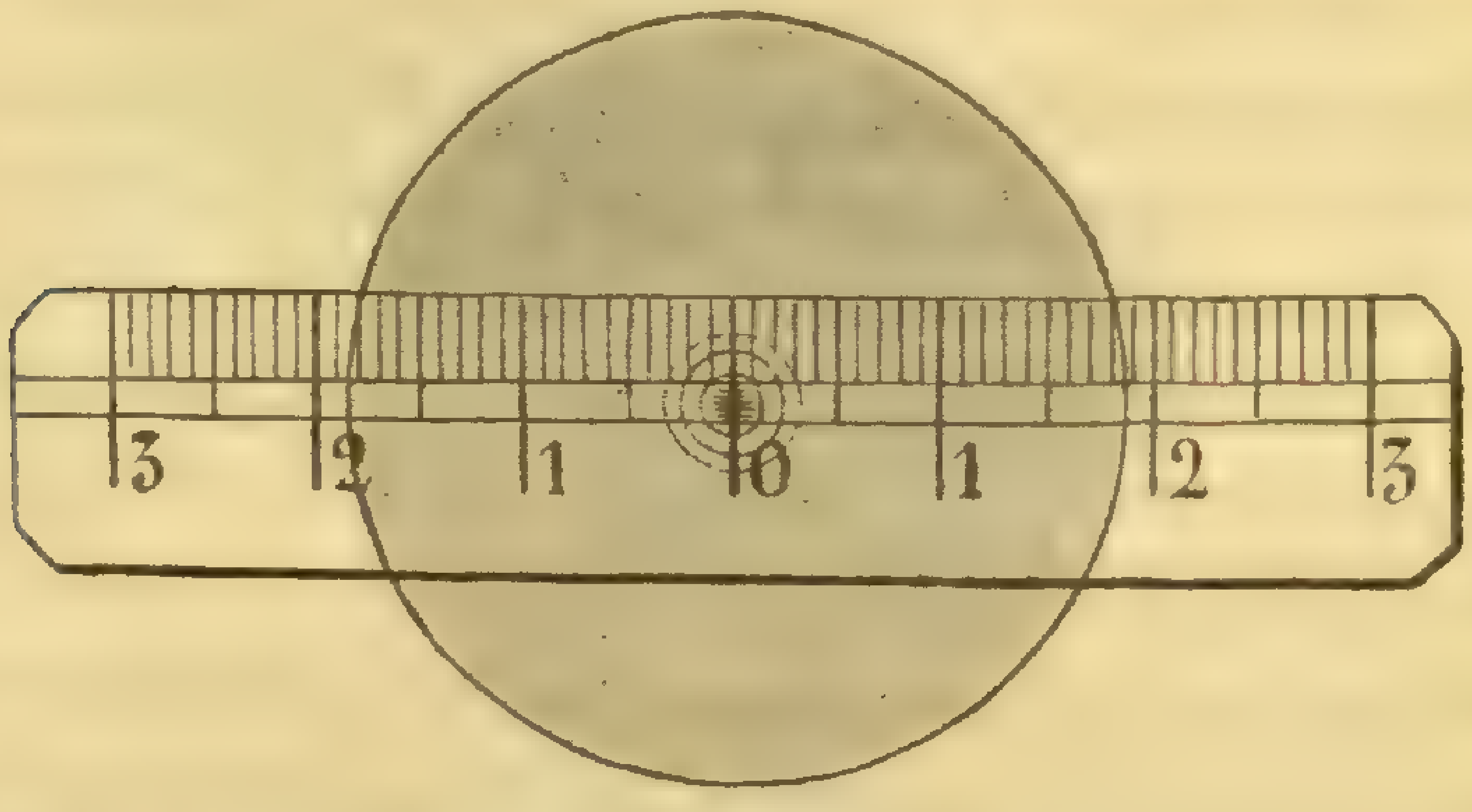


Fig. 18. — Règle de verre servant à mesurer le diamètre du cercle produit par la goutte d'essence écrasée entre les deux lentilles.

dont le zéro est au milieu (fig. 18), on mesure très exactement le diamètre de ce cercle. Il suffit ensuite de se reporter à une courbe (fig. 19), tracée une fois pour toutes, et construite par points, à

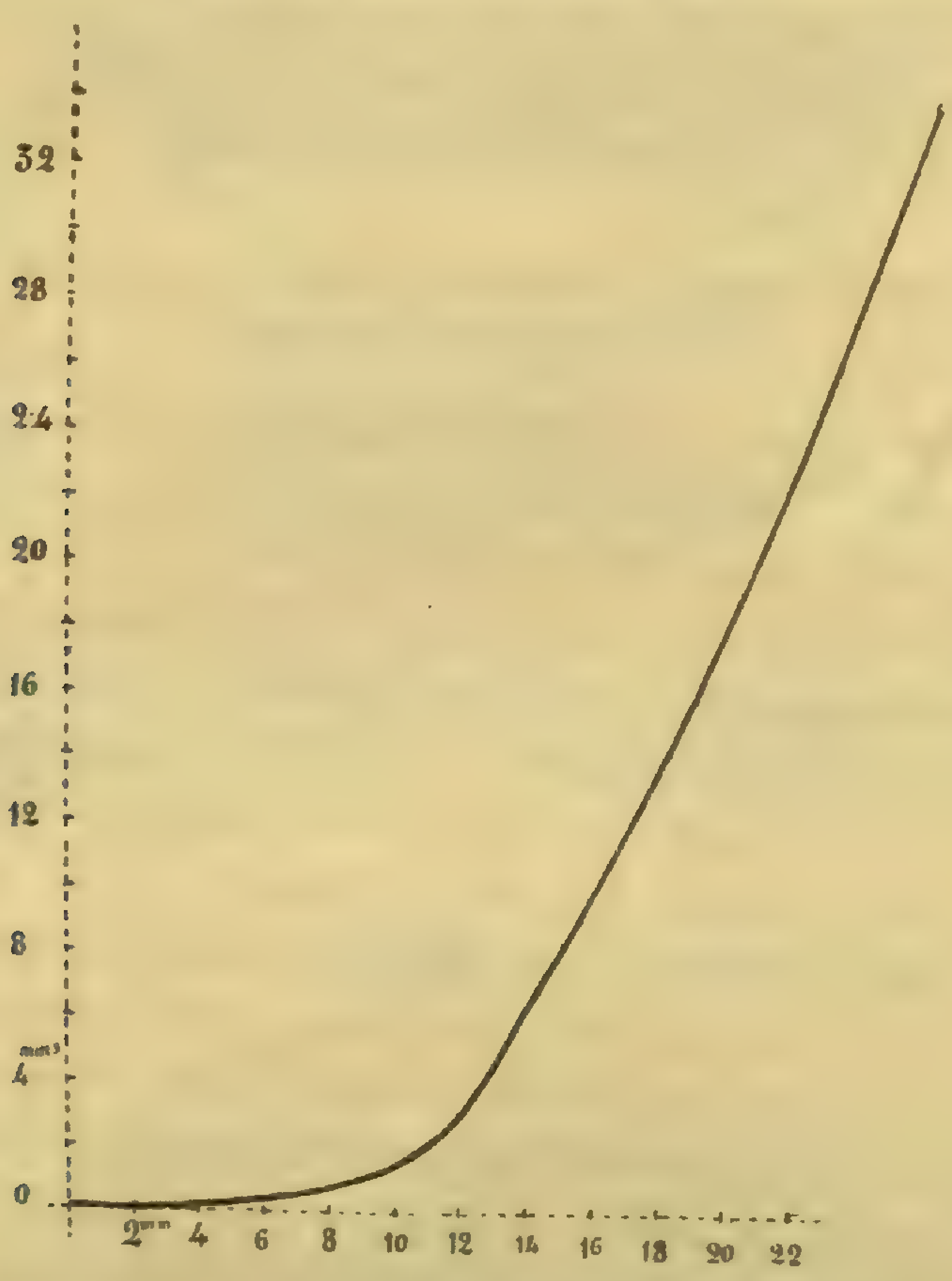


Fig. 19. — Graduation de l'appareil à lentilles servant à mesurer le volume d'une goutte d'essence. Les divisions de l'axe horizontal représentent les rayons du cercle de la goutte écrasée ; les volumes de la goutte sont marqués sur l'axe vertical.

l'aide de pesées, extrêmement précises, d'eau distillée à 4° ; cette courbe donne aussitôt le volume de la goutte d'essence.

Voici quelques chiffres :

Diamètre du cercle	Volume de la goutte écrasée
40 mm.	22 mmc 5
30 mm.	8 mmc 5
20 mm.	1 mmc 1
10 mm.	0 mmc 2

Comme on le voit, la sensibilité de l'instrument augmente pour les petits volumes.

Après avoir noté le diamètre du cercle, on dévisse légèrement la lentille supérieure pour séparer les deux verres. De cette façon, on possède une petite boîte dans laquelle il existe un volume connu de parfum. Des tubulures latérales appropriées permettent de faire communiquer cette petite boîte avec l'appareil à analyse.

II. — RECHERCHE D'UNE MÉTHODE DE MESURE D'INTENSITÉ DES PARFUMS

Avant de décrire la méthode définitive à laquelle je me suis arrêté, je rappellerai succinctement les principales séries d'expériences que j'ai d'abord entreprises. Je désire par là mettre en garde, contre les premières erreurs dans lesquelles je suis tombé, les personnes qui poursuivraient le même but.

I. — Méthode par absorption.

1° Les expériences de Levallois m'avaient tout d'abord suggéré l'idée d'un appareil très analogue à celui qui a été employé par MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. Dans cet appareil, l'atmosphère parfumé passait dans un long tube capillaire dont les parois étaient imprégnées d'une liqueur titrée de Brome, d'Iode, ou de quelque autre réactif, susceptible de réagir sur les odeurs. Il s'agissait de déterminer le volume d'air parfumé qui pouvait être rendu inodore par son passage dans le tube. Cet appareil, très délicat à construire, à cause du dispositif spécial destiné à introduire les réactifs, n'a donné aucun résultat appréciable.

2° Comme il m'avait semblé que dans le tube capillaire, le contact

n'était pas suffisamment étendu entre le réactif et l'air parfumé, l'appareil suivant fut destiné à remédier à cet inconvénient.

Un courant d'air d'un volume déterminé produit par un aspirateur spécial qui en donnait en même temps la vitesse, passait dans l'appareil de mesure à lentilles, et dirigeait les particules odorantes dans des tubes en U d'une forme spéciale (fig. 20) présentant un développement de surface considérable, encore amplifié par la

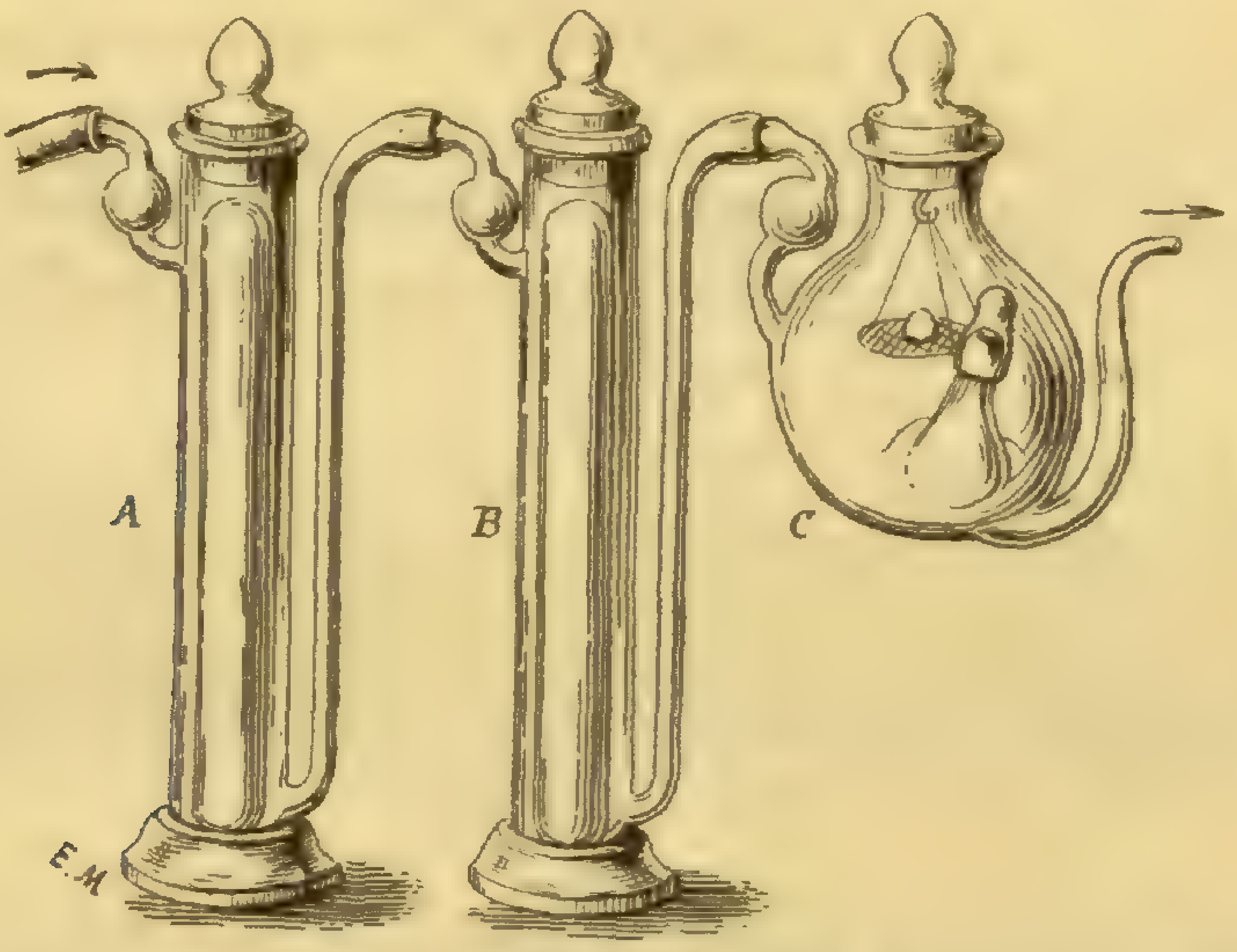


Fig. 20. — Appareil à absorption servant à la mesure de l'intensité des parfums.

présence d'un tube bouché à ses deux extrémités, placé dans l'intérieur.

Les liquides titrés étaient pulvérisés, en volume connu, sur toute la surface du verre. Deux tubes semblables, réunis entre eux par des rodages à l'émeri, communiquaient avec une grosse ampoule dans laquelle on pouvait odorer au moyen d'un tube spécial. Comme précédemment on cherchait à déterminer le moment de la saturation des réactifs par l'arrivée de l'odeur dans cette ampoule.

L'usage de l'odorat, en pareille circonstance, était impossible avec le Brome qui émettait des vapeurs dangereuses à respirer, ou avec l'acide sulfurique qui dénaturait l'odeur, mais il était possible avec l'Iode et la glycérine concentrée. Malheureusement le phénomène de l'absorption de l'odeur ne suivait pas une loi régulière et je dus également renoncer à cet appareil.

II. — Méthode par l'emploi de la phosphorescence du phosphore.

On sait, depuis les observations de Davy (1) et de Graham (2), qu'il existe un grand nombre de corps, simples et composés, organiques et inorganiques, qui empêchent plus ou moins la *phosphorescence* du phosphore. Ce phénomène d'extinction de la phosphorescence est surtout marqué pour l'essence de térébenthine et quelques autres essences (Néroli, Citron, Géranium, etc).

La phosphorescence du phosphore pouvait-elle devenir un réactif pour les odeurs? Il était d'abord indispensable d'obtenir une phosphorescence très homogène. On arrive à ce résultat en plongeant un fragment d'amidon des blanchisseuses, dans une dissolution, très concentrée, de phosphore blanc dans le sulfure de carbone. L'amidon, substance spongieuse et très homogène, s'imbibe uniformément de la dissolution. Si l'on expose le fragment à l'air pendant quelques temps, le sulfure de carbone s'évapore, et le phénomène lumineux se produit avec beaucoup d'éclat. Quelques instants après, la phosphorescence devient moins vive et elle peut se maintenir, en s'affaiblissant peu à peu, pendant plusieurs heures.

Berzélius (3) pensait que la production des vapeurs de phosphore était la seule cause de la phosphorescence, mais M. Schrotter, M. Müller (4) et M. J. Joubert (5) ont montré que le phénomène était dû à l'oxydation, au contact de l'air, de ces mêmes vapeurs.

D'après M. Joubert, la phosphorescence ne se produit plus, dans l'air, à une température inférieure à 7°2.

De faibles traces d'essence de térébenthine empêchent le phosphore de luire dans l'obscurité. Pour s'en rendre compte, il suffit de toucher avec une tête d'épingle mouillée d'essence, la paroi interne d'un large tube à essai ouvert à air libre. Si l'on vient à introduire, dans ce tube, le fragment d'amidon phosphorescent, l'extinction se produit aussitôt; mais le phénomène apparaît à nouveau lorsque l'on ramène l'amidon à l'air, et cette expérience peut se renouveler pendant longtemps et un grand nombre de fois. Ce

(1) Davy : *Philosophical Transactions*, 1818.

(2) Graham : *Observations sur l oxydation du phosphore*. Ann. Pogg. t. XVIII.

(3) Berzélius : *Lehrbuch der Chemie*, 1843.

(4) M. Müller : *Sur la phosphorescence du phosphore*. — Comptes-rendus de l'Académie de Berlin, 1870.

(5) J. Joubert : *Sur la phosphorescence du phosphore*. — Thèse de la Faculté des Sciences, Paris 1874.

qui prouve que la substance phosphorescente n'est pas détruite et que ses propres vapeurs sont simplement neutralisées par les vapeurs d'essence de térébenthine.

Expériences. — Un fragment d'amidon phosphorescent a été suspendu dans l'ampoule de verre de l'appareil précédent (fig. 20) et j'ai cherché à déterminer le nombre d'extinctions que l'on pouvait obtenir en faisant passer un courant d'air, avec une vitesse très faible sur une quantité d'essence connue, mesurée dans l'appareil à lentilles.

Il y avait un grand progrès de réalisé. Des différences caractéristiques s'établissaient entre les essences sur lesquelles l'expérience était possible. Malheureusement, il s'introduisait deux causes d'erreurs nouvelles : le courant d'air ne suffirait pas à entraîner totalement les parfums; la phosphorescence subissait des variations dont il était impossible de tenir compte.

III. — **Méthode générale basée sur l'emploi combiné de l'essence de térébenthine et de la phosphorescence du phosphore** (1)

Si l'odorat n'est pas capable, comme on peut le supposer à priori, d'évaluer l'intensité d'une odeur en mesure absolue, il peut être un comparateur merveilleux. Le parfumeur qui possède, dans son magasin, cinq à six cents espèces d'odeurs, sait parfaitement les distinguer les unes des autres, alors qu'il n'est pas en son pouvoir de définir leur intensité d'une manière certaine. De même, il est possible de reconnaître, par l'odorat, l'existence d'un grand nombre de substances chimiques, mais sans qu'on puisse en rien préjuger de la quantité de ces substances qui se trouve répandue dans l'air.

1° *Principe.* — Supposons donc que l'on fasse venir, dans un récépient donné, de l'air chargé d'un parfum connu et de l'air ayant passé sur une essence spéciale, de l'*essence de térébenthine*, par exemple. On peut réaliser un mélange pour lequel l'odorat arrive à ne percevoir qu'une odeur neutre, c'est-à-dire une odeur telle qu'il suffirait de faire varier un peu la proportion des essences dans un sens ou dans l'autre, pour sentir, soit le parfum, soit l'essence de térébenthine. On peut alors admettre que les deux

(1) Eugène Mesnard : *Appareil nouveau pour la mesure de l'intensité des parfums.* Comptes-rendus de l'Académie, 19 juin 1893.

odeurs s'équivalent, et si l'on dispose d'un moyen permettant de mesurer l'intensité de l'essence de térébenthine on obtient, par cela même, l'intensité du parfum.

Le rôle de l'odorat se réduit alors à celui de simple indicateur comme la vue lorsqu'elle apprécie la couleur du tournesol dans l'alcalimétrie.

Le moyen de doser l'intensité de l'essence de térébenthine est donné par le phénomène de l'extinction de la phosphorescence. Je me suis assuré, par des expériences préalables, que le phénomène suit une marche simple et régulière : *pour empêcher le phosphore de briller, dans un espace donné, il faut y amener un volume d'air d'autant plus grand qu'il est chargé d'un poids moindre de vapeurs d'essence de térébenthine.* Ce fait général se traduit par une courbe simple.

Inversement, connaissant cette courbe, il suffit de mesurer le volume d'air qui produit l'extinction du phosphore, pour savoir quelle quantité d'essence il contient.

2° *Intensité du parfum.* — L'essence de térébenthine devient ainsi un étalon commun pour les diverses essences, et l'on peut appeler *intensité du parfum*, dégagé par un poids donné d'huile essentielle, le rapport entre le poids d'essence de térébenthine qui neutralise le parfum et le poids de cette même essence, qui, employée seule, dans les mêmes conditions, agit sur la phosphorescence avec la même énergie.

L'essence de térébenthine convient parfaitement pour ces expériences, non seulement parce qu'elle agit sur la phosphorescence avec une exquise sensibilité, mais aussi parce que sa composition chimique est simple et qu'il est facile de s'en procurer de grandes quantités et de vérifier dans tous les cas, son point d'ébullition (156°), son pouvoir rotatoire (—42°3), et son poids spécifique (0.87).

Cette essence doit se conserver dans des flacons entièrement pleins et hermétiquement bouchés, à l'abri de la lumière et dans un endroit frais.

3° *Observation générale sur le principe de la méthode.* — Cette méthode, entièrement basée sur des réactions physico-chimiques encore mal connues, exige certaines manipulations qui pourraient être considérées à première vue, comme entachées d'erreur, par

des personnes habituées aux procédés ordinaires de la Physique et de la Chimie. Il est indispensable de fournir quelques indications à ce sujet.

L'usage des appareils que je vais décrire repose en effet sur un principe qui est un fait d'expérience et même d'observation courante, à savoir, que les odeurs ne se transportent que très difficilement d'un réservoir dans un autre et qu'il est nécessaire, pour obtenir ce résultat, de les entraîner mécaniquement à l'aide d'un fort courant d'air. Autrement dit, les particules odorantes, très finement pulvérisées dans l'air, se comportent comme des vapeurs très lourdes, de sorte que, si l'on fait venir des vapeurs odorantes dans un flacon ne communiquant avec le dehors que par un tube étroit, le parfum pourra diffuser dans toute la capacité du flacon sans même qu'il s'en échappe une molécule au dehors. Il importe donc, dans tous les cas, et avant d'effectuer une mesure, d'agiter violemment l'air parfumé des vases pour avoir des mélanges bien homogènes.

Dans ces conditions seulement, la *charge odorante*, c'est-à-dire le poids de parfum qui se trouve en suspension dans chaque centimètre cube d'air, dépend du poids de substance odorante qui a été mis en suspension dans l'atmosphère de l'appareil.

Premier Appareil

Pour mettre cette méthode en pratique, on peut employer le dispositif suivant (fig. 21) que l'on peut facilement réaliser avec les éléments dont on dispose dans un laboratoire.

Dans cet appareil on distingue cinq parties principales :

A.— *Instruments de mesure des produits odorants.* — Les essences sont mesurées au moyen de l'appareil à lentilles, mais s'il s'agit d'une plante à parfum, on la place, pendant un temps donné, sous une cloche de capacité connue. De même, si l'on opère sur des extraits aqueux ou alcooliques, on en pulvérise un certain volume dans la cloche.

B. — *Réservoir servant à la comparaison des odeurs.* — Dans un grand flacon de verre, on fait déboucher plusieurs tubes. L'un sert à amener le produit odorant que l'on veut doser ; l'autre établit la communication avec l'atmosphère d'un petit flacon F, renfermant de l'essence de térébenthine en assez grande quantité; un troisième

tube E est terminé par une ampoule et se ferme par un capuchon de verre : on introduit l'ampoule dans une narine lorsque l'on veut odorer dans l'appareil. D'autres tubes établissent la communication, soit avec le flacon suivant C, soit avec l'atmosphère externe; d'autres enfin reçoivent les ajutages de poires en caoutchouc de Richardson, spécialement disposée pour les différentes manœuvres

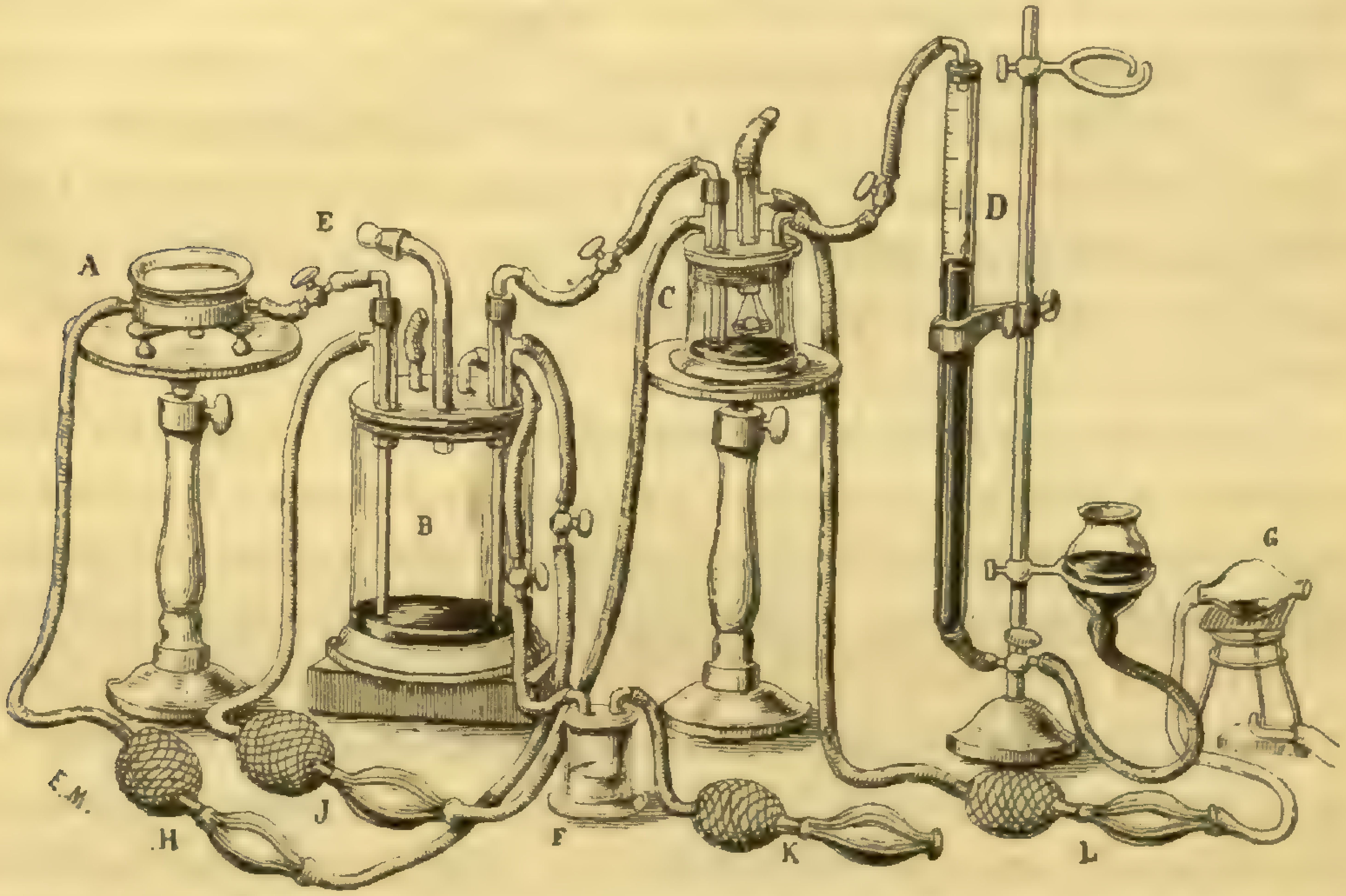


Fig. 21. — Appareil servant à mesurer l'intensité des parfums en fonction de l'essence de Térébenthine par l'extinction de la phosphorescence du Phosphore.

que l'on peut avoir à exécuter. Ces poires sont pourvues de deux conduits, l'un en avant, l'autre en arrière, de sorte que, par le mouvement de la main pressant la poire, on établit un courant d'air circulaire capable d'effectuer un brassage énergique.

L'une de ces poires en caoutchouc H établit un circuit entre les instruments de mesure A et le réservoir à comparaison d'odeur B. La poire K insuffle dans le réservoir B, de l'air qui se charge d'essence de térébenthine dans le flacon F.

Une autre poire en caoutchouc J permet de transporter le mélange odorant jusque dans l'intérieur du flacon à phosphorescence C.

Certains tubes de communication plongent dans une mince couche de mercure qui fonctionne comme soupape et ne permet le passage que dans un certain sens.

C. — *Flacon à phosphorescence.* — Dans l'intérieur du flacon C,

on suspend une petite nacelle qui reçoit le fragment d'amidon phosphorescent. Plusieurs tubes débouchent dans ce flacon. Par ces conduits, on établit la communication, soit avec le réservoir B, soit avec l'atmosphère, soit avec l'appareil suivant D, qui est un aspirateur gradué.

Le tube qui relie le réservoir B au flacon à phosphorescence C est disposé d'une façon particulière. Il est formé de tubes placés l'un dans l'autre et de diamètres inégaux, de façon à ménager entre les deux un espace annulaire. Le tube externe plonge dans une mince couche de mercure ; le tube interne, un peu plus court que l'autre, s'arrête à une petite distance du mercure, mais il se trouve obstrué par ce métal dès que l'on exerce une pression dans le flacon C.

Par le jeu de la poire en caoutchouc J, on établit un brassage dans le réservoir B et dans les différents canaux, de sorte que, dans l'espace annulaire du double tube, la composition de l'atmosphère parfumée représente bien réellement celle du réservoir à comparaison d'odeurs.

D. — *Aspirateur servant à mesurer les volumes d'air parfumé.* — Cet aspirateur est formé par deux réservoirs de verre renfermant du mercure et communiquant entre eux. L'un de ces réservoirs est une burette graduée, mise en communication avec le flacon C ; l'autre est une ampoule que l'on fait monter ou descendre sur le support, soit pour provoquer l'aspiration, soit pour ramener le mercure à sa position initiale.

Lorsqu'on fait écouler le mercure dans la burette, l'air parfumé, amené pour le double tube décrit ci-dessus, s'échappe bulle à bulle et les vapeurs d'essence de térébenthine se trouvent amenées au contact des vapeurs lumineuses du phosphore.

E. — Des expériences de cette nature ne sont possibles que si l'on possède le moyen de débarrasser les appareils de toute trace d'odeur. Ce moyen consiste à faire circuler de l'air chaud dans tous les canaux. On obtient facilement un courant d'air chaud en plaçant une ampoule de verre, reliée à une poire en caoutchouc, au-dessus d'une flamme quelconque.

Marche de l'opération. — Ayant déterminé le volume d'essence sur lequel on opère, on brasse énergiquement le parfum pendant

cinq minutes, dans le réservoir B. On insuffle peu à peu, dans ce même réservoir, de l'air chargé d'essence de térébenthine en ayant soin d'odorer de temps en temps, jusqu'à ce qu'on saisisse le moment où les deux odeurs paraisssent avoir la même intensité. On y arrive en ayant soin de provoquer quelques oscillations, dans un sens et dans l'autre. Il est évident que, pour faire ces opérations, il faut que le réservoir communique librement avec l'atmosphère, mais cela, d'après ce que nous avons dit, ne modifie en rien le rapport des charges entre les deux odeurs.

La neutralisation des odeurs une fois obtenue, on ne se préoccupe plus désormais que de la charge de l'essence de térébenthine qui représente celle du parfum inconnu. On transporte le mélange jusque dans le double tube du flacon à phosphorescence et l'on fait écouler lentement le mercure de l'aspirateur. On note le volume d'air qu'il faut aspirer pour provoquer l'extinction de la phosphorescence.

Cela fait, on lave, à l'air chaud, l'amidon phosphorescent qui, débarrassé des vapeurs térébenthineuses qui l'étouffaient, brille comme auparavant.

On recommence la même opération après avoir répandu dans le réservoir B et dans les canaux, de l'air qui s'est saturé dans le flacon à essence de térébenthine. On divise les deux résultats l'un par l'autre de façon à tenir compte de l'affaiblissement progressif de la phosphorescence.

Toutes ces opérations se font, bien entendu, dans une chambre noire.

Deuxième Appareil (1)

L'appareil définitif a reçu une forme un peu différente qui lui assure plus de stabilité et le rend plus facilement transportable.

Les essences, dont il s'agit de déterminer l'intensité, sont renfermées dans un grand récipient, cloche ou cage vitrée (D, fig. 1, pl. 3) placé sur une sorte de piédestal supporté lui-même par un trépied métallique Z muni de vis calantes. Ce piédestal se compose de deux parties : une partie étroite C, creusée à l'intérieur en forme de cuve, et dans laquelle on met du mercure ; une partie élargie B, séparée de la cage vitrée par un plancher. Ces deux parties ne forment qu'un seul et même récipient. Un tube de caout-

(1) Berlemont, constructeur, rue Cujas, 11.

chouc pouvant être fermé par un levier à frottement dur (E, fig. 3, pl. 3) établit la communication entre la cage vitrée et le récipient de la cuve à mercure. Dans ce même récipient débouchent également différents canaux dont l'un est destiné à amener l'air chargé d'essence de térébenthine venant du flacon T. On perçoit les odeurs dans l'appareil à l'aide d'un tube O.

Par le jeu combiné d'une poire en caoutchouc munie, en avant et en arrière, d'ajutages, et d'un robinet à trois voies R, on peut, à volonté, brasser l'air parfumé, soit dans la cage vitrée et dans le récipient de la cuve mis en communication l'un avec l'autre, soit dans chacune de ces deux parties, isolément.

L'odeur neutre ayant été obtenue comme il a été dit précédemment, il s'agit de mesurer la charge de l'essence de térébenthine qui a produit ce résultat.

La substance phosphorescente est suspendue dans une ampoule de verre noirci F, de 100^{cc} environ de volume et qui se trouve mise en communication, par sa partie inférieure, avec la cuve, par un tube horizontal entièrement plein de mercure. Un tube en carton noir V permet de voir la phosphorescence, même en pleine lumière.

Pour transporter l'air parfumé de la cuve dans l'ampoule à phosphorescence, on emploie le dispositif suivant (fig. 2, pl. 3). Dans l'axe même du tube de communication on place un tube plus petit dont une extrémité s'ouvre, dans le mercure, juste au dessous de l'ampoule. Par son autre extrémité, ce tube se continue avec un axe plein, muni d'une manivelle M. Vers le milieu de la cuve il reçoit une branche recourbée en tour de spire S. Pour une certaine position initiale, la spire et le tube qui la prolonge peuvent être entièrement remplis de mercure ; mais si l'on fait tourner la manivelle, l'extrémité de la spire émerge dans l'atmosphère et y puise, à chaque tour, une certaine quantité d'air parfumé, qu'elle entraîne, au sein du mercure, jusqu'à l'extrémité du tube où cet air peut s'échapper bulle à bulle et se répandre dans l'ampoule.

On tourne la manivelle jusqu'à ce qu'on obtienne l'extinction de la phosphorescence. Le nombre de tours ou de fractions de tour est proportionnel à la quantité d'air qui a été transportée. D'ailleurs la spire est graduée et l'on peut, dans une certain limite, modifier ce volume en élevant plus ou moins le niveau du mercure dans la cuve.

Une poire en caoutchouc U permet de laver la substance phosphorescente avec un peu d'air ; une autre poire Q peut distribuer de l'air chaud dans tout l'appareil.

Comme précédemment, il est nécessaire de mesurer, après chaque expérience, la valeur de la phosphorescence au moyen d'air saturé d'essence de térébenthine de façon à faire les corrections nécessaires.

Un même fragment d'amidon de la grosseur d'un petit pois peut servir pendant une demi-journée à la température de 15°. Les résultats des expériences sont d'autant plus faciles à apprécier que la phosphorescence est plus affaiblie et il ne faut pas craindre de préparer la substance une ou deux heures à l'avance.

Construction des graphiques

1° Courbe d'extinction de l'essence de térébenthine. — On commence d'abord par déterminer expérimentalement la courbe d'extinction de l'essence de térébenthine. Pour déterminer cette courbe, on porte sur un axe vertical, les volumes d'essence mis en expérience, et sur un axe horizontal, des nombres proportionnels aux volumes d'air chargé d'essence de térébenthine qui ont amené l'extinction de la phosphorescence. On construit la courbe par points, d'après les nombres obtenus.

Diamètre du cercle de la goutte écrasée dans l'appareil à lentilles	Volume correspondant de la goutte d'essence	Volume d'air nécessaire pour produire l'extinction	Valeur de la phosphorescence au moment de l'expérience	Rapport d'extinction
58mm	39mm3	8	8	1
46	37.2	8	7	1.1
44	29.2	15	9	1.7
40	22.8	20.25	9	2.25
36	16.4	26.5	9.5	2.8
32	10.8	29	9	3.2
28	6.4	36	9	4
26	4.5	41	8	5.2
25	3.8	39	7	5.8
24	2.9	43	6	7.1

D'après ce que nous avons dit plus haut, les rapports d'extinction sont les rapports inverses des charges. Par exemple, la charge correspondante à 29mm32 est $\frac{1}{1.7}$.

Toutes les données qui vont suivre reposent sur des mesures

de volume d'essence. Or, les définitions de la charge et de l'intensité ne s'appliquent qu'à des poids. Mais, comme les densités des différentes essences sont très semblables les unes aux autres et que les poids mis en jeu dans l'expérience ne représentent que des millièmes de milligramme, les corrections ne changeraient pas sensiblement les rapports et il est plus simple de substituer les volumes aux poids.

2° **Courbes d'extinction des autres essences.** — Certaines essences (Néroli, Citron, etc.), renferment des carbures volatils qui peuvent provoquer l'extinction de la phosphorescence. Les courbes d'extinction que l'on peut tracer, par le même procédé, établissent des différences fort sensibles entre ces essences et permettent de distinguer, par exemple, deux échantillons de la même essence ayant été obtenus dans des conditions un peu différentes, ce que les fabricants expriment par des numéros d'ordre.

Diamètre du cercle dans l'appareil à lentilles	Volume correspondant de la goutte d'essence	Volume d'air produisant l'extinction	Valeur de la phosphorescence pendant l'expér^e	Rapport d'extinction
1^er Ex. Essence de citron n° 3				
40^mm	22^mm.5	10	6.5	1.5
35	14.9	15.5	7.75	2
33	12	28	9	3.1
28	6.3	33	7	4.7
25	3.8	37	6.5	5.6
2^e Ex. Essence de citron n° 4				
21	24.4	17	9	1.9
38	19.4	28	11	2.5
36	16	27	10	2.7
29	7.5	31	8	3.8
26	4.5	38	8	4.8

L'essence de citron n° 4 a une courbe d'extinction qui se confond sensiblement avec celle de l'essence de térébenthine. Pour un volume de 11^mmc environ, l'essence de térébenthine et les deux essences de citron agissent avec la même intensité sur la phosphorescence.

Des différences plus sensibles encore s'accusent entre les différentes essences de Néroli.

3° **Courbes d'intensité des différentes essences.** — Pour construire les courbes d'intensité, on détermine d'abord le rapport

d'extinction de la quantité d'essence de térébenthine qui équivaut au parfum d'intensité inconnue ; puis, on lit, sur la couche d'extinction de l'essence de térébenthine, quel est le volume correspondant de cette même essence. On calcule enfin le rapport entre le volume d'essence ainsi déterminé et le volume de parfum sur lequel on opère. On obtient, par ce moyen, l'intensité, en fonction de l'essence de térébenthine, qui revient à chaque unité de volume (1 mmc) du parfum pour les différents volumes de ce parfum, soumis à l'expérience. Les courbes que l'on détermine de cette façon s'éloignent d'autant plus de l'axe vertical que le parfum est plus intense. C'est l'inverse qui a eu lieu pour les courbes d'extinction.

Deux cas peuvent se présenter dans la mesure de l'intensité des différentes essences ; les essences agissent, en totalité ou en partie sur la phosphorescence ou bien elles n'exercent aucune action. Le second cas est le plus simple ; en voici deux exemples :

Diamètre de la goutte d'ess. écrasée	Volume correspondant de la goutte	Volume d'air produisant l'extinction	Valeur de la phosphorescence pendant l'expérience	Rapport d'extinction	Volume d'essence de Térébenthine équivalent	Intensité du parfum
—	—	—	—	—	—	—
1er Ex.	Essence d'Ylang-Ylang N° 1					
46mm	32mm³7	25	15	1,66	30mm³8	0,94
33	11,2	32	17	1,9	28	2,3
27	5,5	28	13	2,1	25,5	4,6
22	1,8	41,5	13	3.2	18,2	10
2e Ex.	Essence d'Ylang-Ylang N° 2.					
40mm	28mm³2	22	13	1,7	30mm³	1,31
34	13,2	13	10	2,3	23,5	1,7
19	1	40	13	3,1	11,5	11.5

Essences qui éteignent, en totalité ou en partie, la phosphorescence. — Connaissant la courbe d'extinction de l'essence de térébenthine, il est facile de calculer sa courbe d'intensité. Elle s'approche très près de l'axe vertical (fig. 22). L'essence de térébenthine est le type des essences simples. C'est un carbure d'hydrogène à peu près totalement volatil à la température ordinaire. Les essences de Citron, de Néroli, de Géranium des Indes (pas toutes), etc., sont des mélanges de carbures qui éteignent la phosphorescence, et de produits odoriférants oxygénés qui ne l'éteignent pas.

Lorsque l'on veut déterminer l'intensité de ces essences, il faut

donc tenir compte de la partie de ces substances qui agit sur la phosphorescence. Pour cela, on détermine d'abord la courbe d'extinction du parfum, puis l'on pratique l'opération, comme il a été dit prédédemment, en ayant soin de retrancher du nombre qui représente le pouvoir d'extinction de l'essence de térébenthine nécessaire pour la neutralisation du parfum, le nombre qui représente le pouvoir d'extinction du parfum lui-même. Autrement dit, il faut considérer comme *charge odorante* du parfum inconnu, la différence entre la charge de l'essence de térébenthine qui produit la neutralisation, et la charge de la portion du parfum qui agit sur la phosphorescence. Cette dernière charge est positive ou négative suivant que le rapport d'extinction du parfum est supérieur ou inférieur à celui de l'essence de térébenthine. On calcule l'intensité comme il a été dit précédemment.

Ex. : Essence de Néroli n° 9.

Volume de la goutte d'essence	Volume d'air produisant l'extinction	Valeur de la phosphorescence pendant l'expérience	Charge de l'essence étalon qui neutralise	Charge de la partie du parfum qui éteint la phosphorescence	Charge réelle du parfum	Volume d'essence étalon correspt.	Intensité du parfum
37mm35	9	8	$\frac{1}{1.28}$	$\frac{1}{2.7}$	$\frac{1}{2.48}$	29mm36	0.78
19, 5	14	9	$\frac{1}{1.55}$	$\frac{1}{4.4}$	$\frac{1}{2.43}$	22	1.12
18, 7	14	10	$\frac{1}{1.4}$	$\frac{1}{4.5}$	$\frac{1}{1.7}$	30	1.60
10, 9	15	9	$\frac{1}{1.66}$	$\frac{1}{6.2}$	$\frac{1}{1.78}$	28.5	2.61
7, 5	15	9.5	$\frac{1}{1.55}$	$\frac{1}{7.8}$	$\frac{1}{1.78}$	28.5	3.8
4, 5	14	8	$\frac{1}{1.75}$	$\frac{1}{13,}$	$\frac{1}{1.89}$	27.6	6.1
2, 3	14	8	$\frac{1}{1.75}$	néant		29.4	12.8

Nota. — Pour que les courbes d'intensité soient comparables entre elles dans tous les cas, la correction doit être faite sur les charges et non sur les rapports d'extinction.

4°. **Comparaison des courbes.** — Les quelques courbes qui ont été dessinées dans la fig. 22 suffisent à mettre en évidence un fait

curieux. Les véritables parfums (Ess. de Néroli, de Cananga, d'Ylang-Ylang, de Rose, de Citron, etc.) ont toutes des courbes d'intensité qui s'écartent très rapidement de l'axe vertical et tendent à devenir parallèles à l'axe horizontal dont elles se rapprochent plus ou moins; d'autres essences, qui dégagent plutôt des odeurs que des parfums véritables (essence de petit grain, de Bergamote, de Géranium, etc.) se comportent d'abord comme des parfums véritables, mais leurs courbes se rapprochent bientôt de l'axe vertical.

Toutes ces courbes sont sensiblement confondues dans la première partie de leur trajet, c'est-à-dire pour des volumes d'essence supérieurs à 18 ou 20^{mmc}. Ce n'est donc pas là qu'il faut chercher des différences. Mais, pour des valeurs moindres, au contraire, les courbes se séparent en éventail et les différences d'intensité sont alors bien établies. C'est en comparant les résultats d'expériences portant sur des volumes d'essence variant de 6 à 8^{mmc} que les différences sont le mieux accusées.

D'après les conventions que nous avons établies plus haut pour la construction de ces courbes, on voit donc que tout se passe, en apparence, comme si chaque millimètre cube d'essence, représenté par un petit ressort comprimé, ne se détendait pas à fond dès qu'un certain nombre de ces petits ressorts se trouveraient réunis, mais que la détente en serait au contraire complète, lorsqu'il n'y en aurait plus qu'un très petit nombre en présence.

Les odeurs proprement dites ne posséderaient pas ce pouvoir expansif qui serait le propre des parfums véritables.

En réalité, il n'y a là qu'une illusion physiologique du sens de l'odorat dont les réactions sont très comparables à celle du toucher. Si, en effet, on frotte délicatement l'épiderme de la peau, à l'aide d'un corps quelconque, on provoque le chatouillement, c'est-à-dire une excitation nerveuse considérable, parfois même intolérable. Si le même corps appuie davantage sur l'épiderme, les sensations seront tout autres; elles pourront même devenir douloureuses. Les sensations varient d'ailleurs dans de certaines limites avec la nature du corps qui a servi à provoquer l'excitation.

Pour les odeurs, les phénomènes sont exactement les mêmes. De faibles quantités de parfum agissant sur la muqueuse olfactive, provoquent une excitation nerveuse, véritable chatouillement,

agréable pour les uns, désagréable pour les autres. Une proportion plus forte d'odeur, arrivant dans les fosses nasales, peut provoquer une véritable sensation de douleur.

Il est probable, d'ailleurs, que, dans un cas comme dans l'autre,

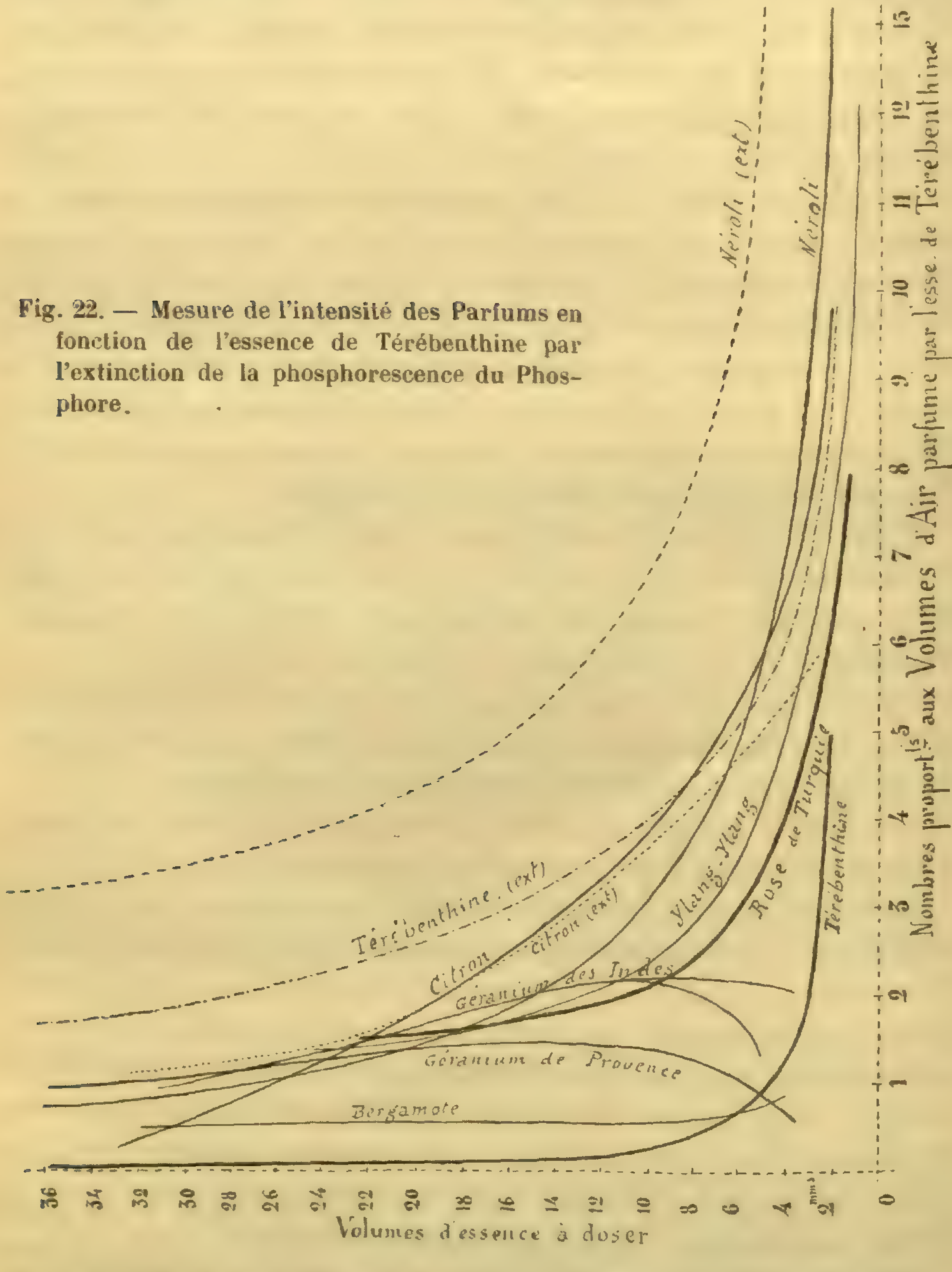


Fig. 22. — Mesure de l'intensité des Parfums en fonction de l'essence de Térébenthine par l'extinction de la phosphorescence du Phosphore.

ce ne sont plus les mêmes terminaisons nerveuses qui fonctionnent.

On remarquera que les différents graphiques que j'ai obtenus, et dont une partie seulement a été représentée (fig. 22), n'ont pas été

déterminés dans une même journée. Leur construction représente au contraire un travail de plusieurs mois ; les différents points des courbes ont été déterminés dans un ordre quelconque et avec des fragments d'amidon phosphorescent de dimensions variables. Dans ce laps de temps, mon odorat s'est trouvé dans des conditions physiologiques fort diverses et cependant les courbes obtenues sont parfaitement régulières. L'appréhension que l'on pouvait avoir, à priori, au sujet des variations de l'odorat d'une même personne, tombe donc forcément. Je n'ai pas encore réuni de documents suffisants, pour me prononcer, dans le cas de la détermination des odeurs par différentes personnes.

Remarque sur le mode de dégagement des parfums. — Mais si, comme je viens de le dire, l'odorat, comme le goût, est une autre forme du toucher, on peut ajouter que ce sens est le toucher des substances impalpables, et l'on sait que l'intermédiaire obligé, entre le dégagement d'odeur, phénomène physique, et la production d'influx nerveux, phénomène physiologique, c'est une réaction chimique, l'oxydation au contact de l'air, des vapeurs odoriférantes. D'autre part, j'ai fait remarquer que, dans mes expériences, les vapeurs odoriférantes étaient considérées comme des vapeurs lourdes. Les résultats obtenus plaident en faveur de cette manière de voir, et il est intéressant de faire remarquer que la production des vapeurs phosphorescentes du réactif, est un phénomène du même ordre. En effet, lorsque le phosphore commence à luire dans l'obscurité, on distingue très bien l'auréole de vapeurs lourdes qui s'en dégage. Peu à peu les vapeurs cessent de devenir lumineuses, mais l'oxydation continue néanmoins à se produire quoique avec une intensité moindre. Il y a formation d'acide phosphoreux et dégagement d'une odeur très analogue à celle de l'ail. La production des odeurs, qui est due précisément à l'oxydation lente de certains carbures d'hydrogène dont les affinités pour l'oxygène sont déjà en partie satisfaites, représente très bien la seconde phase du dégagement des vapeurs lourdes du phosphore.

Peut-être faudrait-il, par analogie, considérer chaque particule d'huile essentielle, entraînée mécaniquement dans l'air jusqu'au contact de la muqueuse olfactive, comme un centre susceptible d'émettre, autour de lui, une auréole de vapeurs lourdes dont l'oxydation sur place donnerait naissance à la perception de l'odeur.

CONCLUSIONS

En dehors des quelques remarques suggérées par la comparaison des courbes et capables d'intéresser la physiologie humaine, les expériences que j'ai décrites, prouvent la possibilité de rapporter les intensités des différentes odeurs à celles d'une même essence étalon (l'essence de térébenthine) et d'obtenir, dès lors, des valeurs comparatives.

Il est évident qu'en définissant toutes les conditions de l'expérience, les courbes que l'on peut obtenir par cette méthode, prendraient une signification pratique d'une portée considérable, chaque odeur étant définie par l'allure de son graphique particulier.

Cette méthode de comparaison des odeurs pourra se simplifier : les résultats obtenus dans les dernières expériences montrent que les instruments de l'avenir devront être des comparateurs d'odeur basés sur l'entraînement mécanique des essences.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893

I. — PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

1° PHYSIOLOGIE DE LA CELLULE

Nous avons eu incidemment l'occasion, dans la précédente revue, de signaler la publication, par fascicules, d'un ouvrage de M. Zimmermann (1), sur la morphologie et la physiologie de la cellule. La troisième livraison, parue cette année, complétant le premier volume, nous pouvons dès maintenant insister un peu plus longuement sur ce livre, et analyser avec quelques détails les différents points qui s'y trouvent déjà traités.

Ainsi que l'indique son titre, l'ouvrage de M. Zimmermann n'est point fait dans le but de résumer tout ce que nous savons aujourd'hui — et nous en savons pourtant bien peu — sur la physiologie et la chimie de la cellule, mais plutôt de réunir, en une série d'articles formant autant de chapitres très distincts, un certain nombre de recherches poursuivies tout récemment sur ces questions par M. Zimmermann et quelques autres auteurs. Chaque collaborateur y a personnellement décrit ses propres observations. Presque toutes se rapportent plus spécialement à la chimie de la cellule et, comme telles, seront résumées plus loin ; mais nous devons ici analyser les quelques chapitres où M. Zimmermann traite le sujet par l'étude duquel nous avons pris l'habide commencer notre revue : l'accroissement de la cellule et la formation des membranes.

Il y a quelques années, M. Berthold a tenté d'établir un rapprochement entre le mode de disposition des membranes dans l'organisme végétal et les figures d'équilibre, dites *figures de Plateau*, que présentent, par exemple, les bulles de savon ou les mousses produites à la surface des liquides. Vers le même moment, M. Errera, de son

(1) A. Zimmermann : *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle* (Tübingen, 1891-1893).

côté, a émis l'hypothèse que la forme et l'arrangement des membranes cellulaires résultent du jeu de forces moléculaires semblables à celles qui amènent les minces lames fluides à se disposer, en vertu des tensions superficielles, suivant des surfaces *minima*.

M. Zimmermann soumet à un examen critique ces essais d'explication. Mais, dès le début, il pose en principe que la disposition des membranes, dans la plante, dépend manifestement : d'une part, de la direction des membranes nouvellement formées ; de l'autre, des modifications produites pendant l'accroissement. Ces deux processus, l'un et l'autre essentiels, sont de nature très différente et doivent être étudiés séparément.

En ce qui concerne le premier, c'est-à-dire la formation de la membrane nouvelle, l'hypothèse de M. Errera, assimilant cette membrane jeune à une lame d'eau qui est soumise seulement aux forces moléculaires, devient, pour M. Zimmermann, inadmissible si l'on réfléchit que jamais la paroi cellulosique ne se présente à l'état liquide, ni même semi-liquide ; les particules qui la composent ne sont nullement déplaçables, comme dans le cas avec lequel M. Errera veut établir une comparaison.

De l'avis de M. Zimmermann, la jeune membrane se dispose le plus souvent, conformément au principe de M. Sachs, en direction perpendiculaire à celle de la paroi de la cellule-mère. Le plus souvent aussi, elle se développe, comme l'admettent MM. Errera et Berthold, suivant une surface *minima* ; mais à ce principe, comme au précédent, il y a de nombreuses exceptions. Ce sont là quelques faits établis par l'observation ; mais il n'est pas permis actuellement d'en tirer des lois générales ; et l'on n'est pas plus autorisé, pour la même raison, à donner, du principe de plus petite surface, une explication mécanique comme le voudrait M. Errera.

Le second processus, c'est-à-dire l'accroissement ultérieur des membranes dans les tissus formes, dépend, pour MM. Berthold et Errera, de la tension de turgescence, les tensions superficielles ne jouant plus ici aucun rôle.

Evidemment, remarque M. Zimmermann, la turgescence a très souvent une influence réelle dans cette sorte de phénomènes ; pourtant, il n'est pas rare aussi d'observer des cas — les plissements de certaines membranes, par exemple, — où l'accroissement est bien nettement indépendant de cette action. Et M. Pfeffer n'a-t-il pas démontré que la croissance s'arrête en l'absence d'oxygène, alors que, néanmoins, la tension interne de la cellule persiste ? L'allongement des membranes n'est donc pas seulement le résultat d'une pression mécanique, et la théorie de M. Wortmann est au moins trop exclusive, c'est-à-dire, par là même, inacceptable. Un autre fait encore va d'ailleurs à l'encontre de cette théorie : la membrane cellulosique ne se dilate pas, par tension, aussi facilement qu'il faut le supposer si l'on veut admettre ce mode d'action.

Selon M. Zimmermann, il est nécessaire que le plasma intervienne, et cette intervention peut avoir lieu de deux manières. Ou bien, d'une façon quelconque, le plasma modifie la plasticité des membranes; ou bien son activité est la condition préalable nécessaire pour la réalisation de l'accroissement. Dans la première hypothèse, ce serait la force de turgescence qui donnerait l'énergie nécessaire pour le développement des membranes, et ce développement résulterait d'une tension passive. C'est, *a priori*, assez peu admissible, et M. Zimmermann pense que la seconde hypothèse est plus vraisemblable. L'accroissement aurait lieu, suivant la théorie de Nägeli, et quoi qu'en pensent MM. Klebs, Noll, etc., par intussusception.

La turgescence, dans ce dernier cas, pourrait faciliter le phénomène, et être encore, en ce sens, un facteur important. Pourtant, il est possible également que l'accroissement par intussusception soit complètement indépendant de la turgescence, et que, comme l'a récemment montré M. Pfeffer, l'énergie nécessaire pour l'accroissement soit exclusivement produite par les forces développées pendant le passage de l'état liquide à l'état solide. De ces phénomènes moléculaires résultent, en effet, comme on sait, des forces manifestes, auprès desquelles la turgescence n'a qu'une valeur presque négligeable.

Alors l'accroissement en surface serait un accroissement actif, par intussusception.

A vrai dire, M. Zimmermann lui-même s'efforce de faire remarquer qu'un certain nombre des faits connus ne s'accordent pas entièrement avec cette manière de voir. Par contre, il en est d'autres qui, au moins à première vue, paraissent militer en sa faveur et être en opposition avec les théories qui supposent une action de la turgescence. Tels sont, par exemple, les replis internes que présentent parfois les parois cellulaires. M. Zimmermann, à ce propos, a jugé utile de reprendre l'étude de ces replis, dont la formation est encore mal expliquée ; et il a rattaché à cette étude celle des espaces intercellulaires et des ondulations de certaines cellules épidermiques.

Les espaces intercellulaires ont déjà été étudiés, surtout par M. Hofmeister et M. Berthold. M. Hofmeister les a attribués à un inégal accroissement de la membrane; M. Berthold a eu plutôt tendance à les supposer produits par la turgescence.

M. Zimmermann pense qu'il y a tout d'abord deux cas à distinguer : celui où les cellules limitant la lacune ont une courbure convexe et celui où ces cellules ont une courbure concave.

Dans le premier cas, l'espace intercellulaire peut évidemment très bien résulter de la turgescence, insuffisamment combattue par les facteurs antagonistes. C'est ce qui aura lieu, par exemple, si la soudure qui unit les parois des cellules voisines entre elles est très faible.

Mais le second cas ne comporte pas une explication aussi simple. Pour celui-ci, M. Zimmermann a particulièrement étudié les cellules

étoilées de la moelle de *Juncus glaucus* (fig. 23). A quelle cause sont dues les ramifications que présentent ces cellules ? On se trouve de suite en présence de deux explications possibles : ou bien la formation des bras est due à un enfoncement de certains points de la membrane vers l'intérieur de la cellule ; ou bien, au contraire, elle résulte d'une saillie de quelques régions de cette membrane vers l'extérieur. En d'autres termes, l'accroissement peut être centripète ou centrifuge. Afin de décider entre ces deux hypothèses, M. Zimmermann a mesuré, à diverses hauteurs de la tige, c'est-à-dire, par suite, sur des éléments arrivés à différents âges : 1° la grandeur absolue des cellules encore rondes ; 2° la surface occupée par le centre *(a)* des cellules étoilées.

Par cette méthode, l'auteur a constaté qu'il n'y a pas diminution

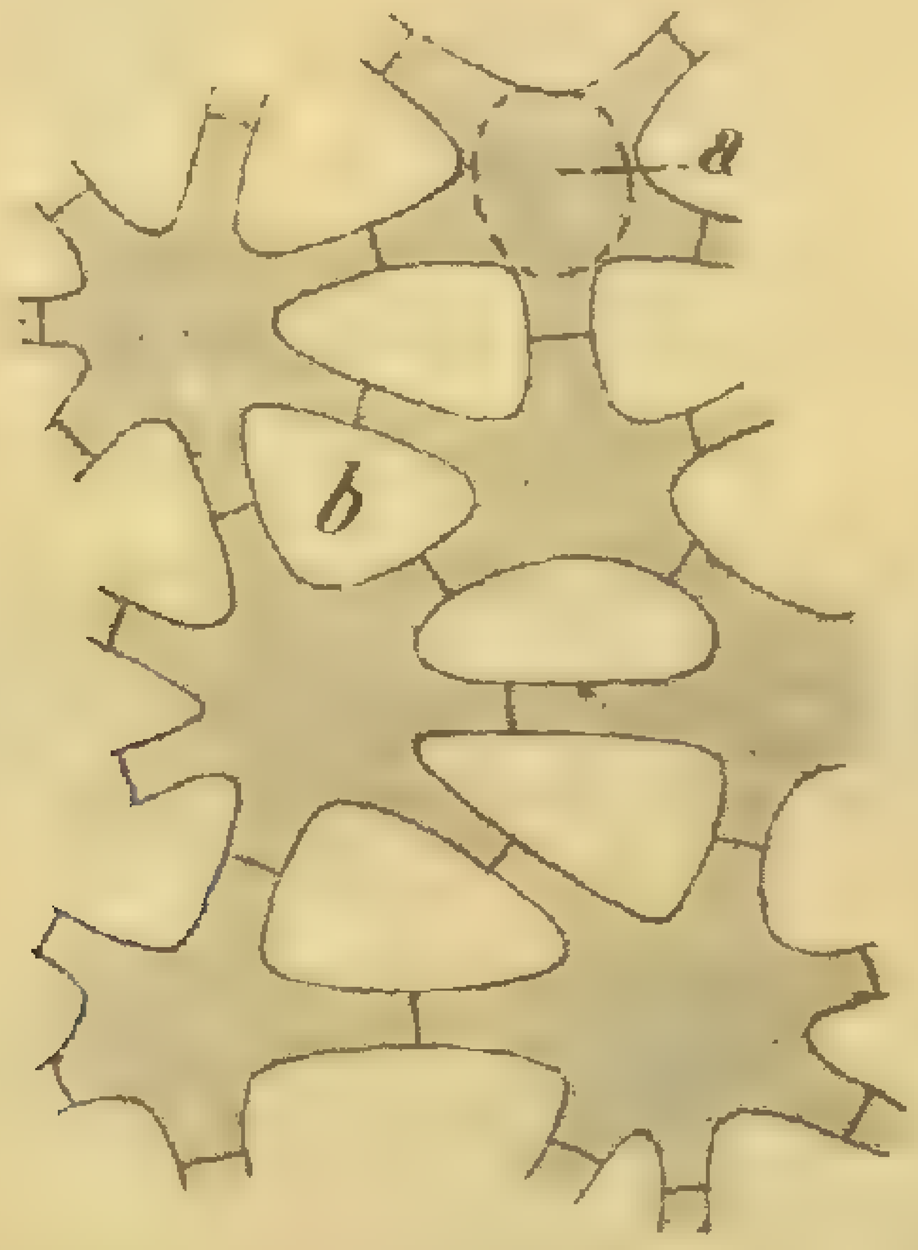


Fig. 23. — Cellule étoilée de *Juncus glaucus* : *a*, partie centrale de la cellule sur laquelle ont porté les mesures de M. Zimmermann ; *b*, méat intercellulaire.

sensible du centre de la cellule pendant la formation des bras ; il y a donc poussée des parois au dehors, et l'accroissement est centrifuge. Le phénomène doit dès lors s'expliquer par un mode de croissance locale, comme cela se produit pour les cellules isolées de quelques Desmidiées.

Maintenant cet accroissement par intussusception, résultant d'une tension, est-il provoqué par la turgescence, ou par des forces externes, telles que la traction des cellules voisines ? M. Zimmermann sur ce point n'ose se prononcer ; il croit plutôt à un accroissement actif, de la part de la membrane, mais il reconnaît qu'aucune preuve ne confirme catégoriquement cette opinion. Ses recherches sur les cellules des diaphragmes du pétiole de *Thalia dealbata*, de l'écorce de la tige de *Pontederia crassipes*, du pétiole d'*Hydrocleis nymphoïdes*, ne lui permettent pas d'être plus affirmatif.

L'étude des cellules épidermiques ondulées n'amène pas à des conclusions plus précises. En mesurant, comme précédemment, un certain nombre de ces cellules chez des plantes variées (*Pteris serrulata, Papaver Rhœas, Ruellia anisophylla, Delphinium Ajacis, Œnothera chilensis, Linum usitatissinum*), M. Zimmermann a pu s'assurer qu'ici encore

la cellule ne se retrécit pas, et que les ondulations sont dues à un développement local en saillie vers l'extérieur; mais on ne peut tirer de là aucune indication sur le rôle exact de la turgescence.

Les cellules à replis internes qu'on rencontre dans le tissu assimilateur de certaines plantes, sont peut-être plus instructives. D'après les mesures faites par M. Zimmermann sur les feuilles de deux espèces de Pins (*Pinus longifolia* et *Pinus silvestris*) et d'une espèce de Bambou (*Bambusa arundinacea*), les plaques qui proéminent à l'intérieur de ces cellules ont un développement centripète ; chaque pli se forme à la face interne de la membrane, par suite d'un accroissement local, et s'avance ainsi peu à peu dans l'intérieur de la cellule. Cela étant, nous nous trouvons alors en présence d'un mode d'accroissement de la membrane dans lequel, manifestement, la turgescence n'intervient pas, puisqu'il se fait juste dans le sens inverse de celui où s'exerce cette pression de turgescence.

Il convient d'ajouter que ce mode d'accroissement centripète ne paraît pas à dire vrai, très fréquent. M. Zimmermann ne le signale que chez le Pin à grandes feuilles, le Pin silvestre et le *Bambusa arundinacea;* et, d'autre part, M. Kny (1) qui, sans connaître le travail de M. Zimmermann, avait entrepris presque en même temps des recherches tout-à-fait analogues, publiées plus récemment, ne l'a observé qu'une fois parmi les exemplaires nombreux que, de son côté, il a étudiés. Et c'est encore un Pin, le *Pinus austriaca*, qui a présenté cette particularité. Dans les cellules du parenchyme des feuilles de *Bambusa vulgaris* et de *Sambucus nigra*, dans l'épiderme des feuilles florales de *Pelargonium inquinans*, de *Geranium macrorrhizum*, de *Viola altaica*, de *Myosotis alpestri*, d'*Œnothera biennis*, dans les écussons des anthéridies de *Chara fragilis*, les ondulations ou les replis, d'après les mesures de M. Kny — mesures qui ont été prises par un procédé tout à fait analogue à celui de M. Zimmermann — sont le résultat d'un accroissement de la membrane vers l'extérieur, et non vers l'intérieur. Non-seulement, en effet, la cellule entière, mais même l'espace interne, limité circulairement par les pointes des replis, est plus grand à la fin de l'accroissement que ne l'était, au début, la cellule non encore plissée.

Si exceptionnel que puisse donc être ce fait d'un accroissement centripète, il suffit cependant qu'on le constate quelquefois pour qu'il soit démontré qu'il y a tout au moins des cas où, certainement, l'accroissement a lieu indépendamment de la turgescence. Par suite, la turgescence n'a pas, dans l'allongement des membranes, l'influence essentielle et, à plus forte raison, exclusive, que quelques auteurs, M. Wortmann en particulier, veulent lui attribuer. C'est là, nous semble-t-il, la conclusion la plus nette des deux travaux que nous venons d'analyser.

(1) L. Kny : *Ueber das Zustandekommen der Membranfalten in seinen Beziehungen zum Turgordruck.* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1893).

Cette conclusion, rappelons-le, est celle qu'ont déjà tirée, de recherches, d'ordre un peu différent, que nous avons résumées dans une précédente revue, MM. Klebs, Askenasy, Godlewski et Zacharias. Les observations de M. Zacharias (1) avaient porté, on s'en souvient, sur les rhizoïdes de *Chara fœtida*, et l'auteur, à ce propos, avait démontré que la membrane des cellules, à la pointe de ces rhizoïdes, s'épaissit quand, prenant des fragments de *Chara*, on les transporte, du vase où ils vivaient, dans un autre vase rempli d'un liquide quelconque, solution sucrée, glycérine étendue, ou même simplement eau distillée.

Le même auteur a, depuis lors, répété des expériences analogues sur les poils radicaux de *Lepidium sativum*. Ainsi que M. Wortmann l'avait déjà constaté en opérant avec la même espèce, lorsqu'on transporte des plantules de ce Lepidium dans une solution sucrée, les parois des cellules situées à la pointe des poils radicaux s'épaississent. Ce fait, pour M. Wortmann, s'expliquait de la façon suivante : à mesure que la concentration d'une solution sucrée, dans laquelle se trouvent transportés des organes, augmente, la turgescence de ces organes s'accroît également, par suite de l'introduction, dans les cellules, d'une certaine quantité de substances osmotiques ; mais, en même temps, d'autre part, l'absorption d'eau se trouve ralentie, et rendue d'autant plus difficile que la concentration de la solution se rapproche davantage de la concentration isotonique. Il en résulte qu'à un moment donné une partie de la force de turgescence disponible devient inactive, et la tension exercée sur la membrane s'affaiblit. Comme, néanmoins, la production de cellulose continue, la membrane qui cesse de s'allonger doit nécessairement s'accroître en épaisseur.

Cette interprétation viendrait ainsi tout à fait à l'appui de la théorie de M. Wortmann. Mais M. Zacharias, dans les expériences qu'il a faites à son tour sur le *Lepidium sativum*, a constaté que, pour les poils radicaux de cette plante, comme pour les rhizoïdes de *Chara*, le phénomène d'épaississement se produit encore lorsqu'on remplace la solution sucrée par de l'eau pure. Les poils radicaux de Cresson alénois, comme les rhizoïdes de *Chara*, cessent de croître toutes les fois qu'on les change de culture, quelles que soient la nature et la concentration du milieu liquide. Il n'est qu'un seul cas où l'arrêt de croissance n'ait pas lieu : celui où les plantes sorties du vase où elles se sont développées sont transportées dans un autre vase où vivent déjà, sur milieu analogue, d'autres individus de la même espèce.

En présence de ces nouveaux faits, l'explication de M. Wortmann

(1) Zacharias : *Ueber das Wachsthum der Zellhaut bei Wurzelhaaren* (Flora Oct. 1891).

Sans revenir, à propos de l'accroissement, sur les recherches de M. Godlewski que nous avons résumées l'année dernière, signalons cependant le mémoire où l'auteur a réuni et développé toutes ses communications antérieures : *Studyja nad Wzrostem Roslin* (Cracovie, 1891).

devient insuffisante, et il faut bien décidément reconnaître qu'il y a, en dehors de la turgescence, un autre facteur prédominant, qui détermine et règle la croissance. Quel est ce facteur? Est-ce le protoplasme; et les membranes se développent-elles par un accroissement purement actif résultant de l'intussusception? De l'aveu même de M. Zimmermann, qui, avec quelques autres auteurs, tend visiblement à l'admettre, l'hypothèse, toute vraisemblable qu'elle puisse être, n'est, pour le moment, absolument justifiée par aucun fait précis.

Nous allons voir que M. Reinhardt, en émettant à peu près la même opinion, fait les mêmes réserves.

Ainsi que MM. Haberlandt, Wortmann et Zacharias, M. Reinhardt (1) a étudié la croissance des poils radicaux de *Lepidium sativum;* il a fait, en outre, de multiples et minutieuses observations sur l'allongement des filaments de certains Champignons.

Pour ces dernières recherches, qui composent la plus grande partie du mémoire, les expériences ont surtout porté sur diverses espèces de Pezizes (*P. Scletorium*, *Trifolorium*, *Fuckeliana, tuberosa*) qui vivent facilement en saprophytes sur des milieux artificiels.

Avant d'examiner le mode d'accroissement des hyphes, M. Reinhardt a cherché à déterminer la région précise où se fait cet accroissement. De Bary, un des premiers, et après lui nombre d'auteurs, ont bien constaté qu'il paraît limité vers la pointe; mais il reste douteux si réellement il se fait à l'extrémité même de cette pointe, ou dans la zone annulaire située immédiatement au-dessous.

Se basant sur plusieurs raisons qui paraissent assez probantes, M. Reinhardt pense que la calotte terminale est le seul siège de l'allongement. D'abord, il est à remarquer que, pendant le cours de la croissance, cette calotte change constamment de forme : sphérique quand l'allongement est rapide, elle devient ellipsoïde quand il se ralentit, pour s'arrondir à nouveau quand l'accélération reprend. En second lieu, lorsqu'on recouvre d'une fine couche de minium l'extrémité, soit d'un hyphe, soit d'un poil radical de *Lepidium sativum*, on voit peu à peu, à mesure que l'hyphe ou le poil s'allonge, la poussière de minium s'éloigner de la pointe, pour dessiner en arrière un anneau plus ou moins lâche. On conçoit qu'il en serait tout différemment si la zone d'allongement était située au-dessus de l'extrémité; le minium déposé resterait toujours au sommet de la calotte.

Par exception, cependant, il peut arriver que l'accroissement de cette partie terminale s'arrête. Alors, ce qui est une preuve de plus en faveur de la théorie de M. Reinhardt, le mycélium prend une forme tout à fait anormale; en se développant à l'exclusion de la pointe, la zone située

(1) Reinhardt : *Das Wachsthum der Pilzhyphen — Ein Beitrag zur Kenntniss des Flächenwachsthums vegetabilischer Zellmembranen* (Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftiche Botanik, 1892).

immédiatement au-dessous de celle-ci forme un bourrelet annulaire (fig. 24 et 25) d'où partent, en plus ou moins grand nombre, des filaments secondaires. Mais cela n'a lieu que lorsqu'une cause étrangère persistante amène un trouble quelconque dans le milieu de culture, quand, par exemple, certains Champignons étrangers, tels que des *Mucor*, le *Phycomices nitens*, l'*Acrostalagamus cinnabarins*, le *Trichotecium roseum*, le *Dematium pullulans*, le *Fumago salicina* sont introduits dans le milieu où vivent les Pézizes. Ces dernières, par les diastases (1)

Fig. 24 et 25. — Développement anormal de la pointe d'un hyphe dont l'accroissement terminal est arrêté.

qu'elles sécrètent, ou bien tuent le Champignon introduit, ou bien, s'il s'agit des deux derniers cités, retardent leur développement en les faisant passer à l'état de levures; mais, en même temps, elles émettent, à l'extrémité et sur les côtés de chaque filament, de courtes ramifications qui enserrent (2) et étouffent le mycélium étranger (fig. 26). Les *Penicillum* et les *Aspergillus*, d'autre part, se comportent à l'égard des Pezizes comme celles-ci à l'égard des *Mucor*.

Ces faits étant établis, M. Reinhardt, à son tour, discute le mode suivant lequel, selon lui, doit se faire l'accroissement. Après avoir rappelé les différents travaux antérieurs, il remarque que jamais, à la pointe des hyphes de Pézizes, il n'a observé ces appositions successives

(1) D'après les recherches de M. Reinhardt, c'est en effet aux diastases que sont dus les phénomènes en question, et non à l'acide oxalique, quoique ce corps soit secrété par toutes les Pézizes. Même dans les cultures dépourvues de chaux, où aucune formation de sel ne peut avoir lieu, l'acide oxalique n'influe pas sur le développement des *Mucor*, des *Phycomyces*, *Dematium*, etc. ; il ne protège la Pézize que contre les bactéries.

Quant aux diastases, elles varient avec chaque espèce ; ceci explique pourquoi le *Peziza sclerotiorum*, le *Peziza trifoliorum*, le *Peziza Fuckeliana*, réunies dans une même culture se nuisent mutuellement et sont, les unes et les autres, plus ou moins arrêtées dans leur développement. A un autre point de vue, ceci explique aussi pourquoi, bien qu'elles puissent toutes vivre en saprophytes, chaque espèce de Pézize, dans la nature, se développe toujours sur la même plante.

(2) Une particularité à ce propos est à signaler : jamais les filaments de la Pézize ne pénètrent dans les filaments du *Mucor ;* ils les entourent seulement et, par suite, n'absorbent leur contenu que par osmose. Il y a là une différence essentielle avec ce qui se passe lorsque la Pézize vit aux dépens d'une plante supérieure.

de lamelles membraneuses qu'admet encore M. Strasburger (1) dans son dernier travail. Les déformations qui viennent d'être décrites ne s'accordent guère avec cette manière de voir, car elles supposent dans la membrane une très grande plasticité, qui ne peut être réalisée que si l'accroissement a lieu par intussusception. C'est pourquoi la théorie de Nägeli, qui explique très bien les phénomènes observés, est encore, pour M. Reinhardt, la plus vraisemblable; d'autant plus qu'on n'a jamais, jusqu'alors, donné les preuves d'un accroissement résultant

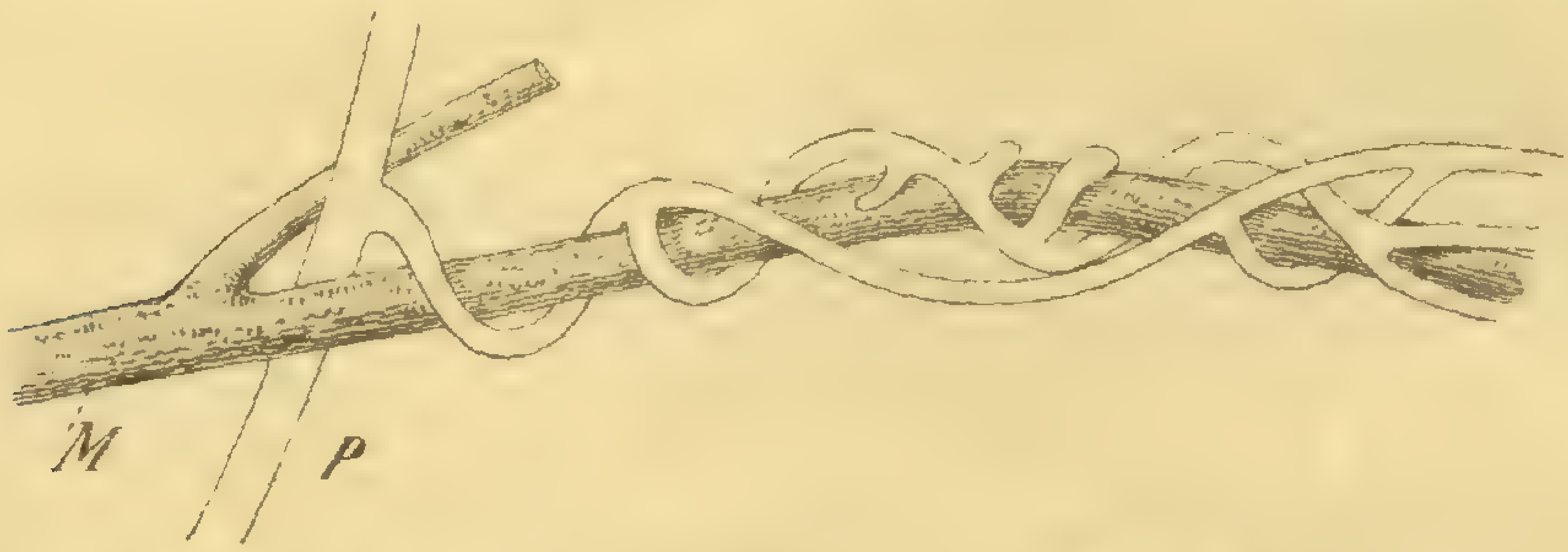


Fig. 26. — Pézize (P) et Mucor (M) : la Pézize, au contact du Mucor émet de courtes ramifications enserrant le filament du Mucor.

nettement de la tension. Quant à l'action de la turgescence, elle est certainement possible, mais elle n'est pas exclusive, car, si elle entrait seule en jeu, on verrait se former en arrière de la calotte — par suite de la tension tangentielle, qui est plus grande dans la partie cylindrique que dans la partie sphérique de la pointe — un prolongement arrondi qu'on ne remarque jamais dans l'allongement normal des hyphes.

L'importance secondaire de la turgescence, qui paraît ainsi un point de mieux en mieux acquis, est aussi un des résultats qu'est amené à établir M. Stange (2) au cours de son travail sur la croissance des Phanérogames dans des solutions de concentration variées. Il est bien connu aujourd'hui, grâce à de nombreuses recherches parmi lesquelles les plus récentes sont celles de MM. Eschenhagen (3) et Oltmanns (4), que les organismes inférieurs, tels que les *Penicillium*, les *Aspergillus*, les *Botrytis*, les *Saccharomyces*, les *Pleurococcus*, les *Chlamydomonas*, etc., peuvent vivre et se développer dans des solutions fortement concentrées de matières orga-

(1) Strasburger : *Histologische Beiträge. — Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute*. Jena, 1889.

(2) B. Stange : *Beziehungen zwischen Substratconcentration Turgor und Wachsthum bei einigen phanerogamen Pflanzen* (Botanische Zeitung, 1892).

(3) Eschenhagen : *Ueber den Einfluss von Lösungen verschiedener Concentration auf das Wachsthum von Schimmelpilzen*. Stolp., 1889.

(4) Oltemanns : *Ueber die Bedeutung der Concentrationsänderungen des Meerwassers für das Leben der Algen* (Sitzungsberichte der k. preuss. Akad. der Wissenschaften, 1891).

niques ou minérales. Nous n'avons, par contre, que des indications très vagues sur la manière dont se comportent, en présence de ces mêmes solutions, les végétaux phanérogames.

Dans le but de mieux fixer nos données actuelles sur cette question, intéressante à plus d'un titre, M. Stange a cultivé, soit dans l'eau, soit dans la terre, des plantes supérieures auxquelles il fournissait, outre la solution normale de Knop, employée à 0,2 pour 100, des sels supplémentaires en proportions diverses.

Deux sels ont plus particulièrement été employés pour cette étude : l'azotate de potasse et le chlorure de sodium, qui, tous deux, ont été choisis, d'abord en raison de leur importance physiologique, en second lieu, à cause de la connaissance très précise que nous avons de leurs propriétés osmotiques.

L'influence que la proportion d'azotate de potasse, introduite dans des solutions où vivent des Haricots ou des Pois, exerce sur la turgescence des cellules est le premier point examiné par M. Stange. On sait bien déjà d'une manière très générale — et nous l'avons encore vu ici même tout à l'heure — que, lorsque la concentration d'une solution augmente, la tension des organes plongés dans cette solution s'accroît également par suite de l'absorption des sels et de leur entrée dans les cellules. Mais dans quelles proportions exactes se fait cette augmentation ; et jusqu'à quelle limite maxima peut-elle se produire sans que — comme il est à prévoir que cela doit arriver à un moment donné — la plante souffre ? C'est ce qui est plus ignoré et ce que M. Stange a surtout tenté d'établir.

Les expériences ont consisté : 1° à mesurer la *tension normale* que présentent les cellules de la tige ou de la racine lorsqu'on cultive la plante dans un milieu qui, chimiquement, peut lui-même être considéré comme normal, tel que la solution de Knop ou l'eau de rivière ; 2° à mesurer les *tensions nouvelles* que l'on observe dans les mêmes cellules lorsqu'on ajoute, dans le liquide ordinaire de culture des proportions, plus en plus fortes, d'azotate de potasse.

Dans l'un et l'autre cas, le degré de turgescence a été exprimé par le nombre indiquant, en équivalents, la quantité d'azotate de potasse dont la pression hydrostatique correspond à la tension cellulaire observée.

M. Stange a ainsi constaté que, chez le *Phaseolus vulgaris*, le *Pisum sativum*, le *Lupinus albus*, le *Triticum vulgare*, la turgescence des cellules, soit de la tige, soit de la racine, correspond à :

0,15 équivalents d'azotate de potasse lorsque les cultures sont faites dans l'eau distillée ;

0,25 (turgescence normale) lorsque les plantes se développent dans l'eau de rivière ou dans la solution de Knop ;

0,45 quand, au liquide ordinaire (eau de rivière ou solution de Knop), on ajoute 0,10 équivalents d'azotate de potasse ;

0,60 quand ce même milieu ordinaire est additionné de 0,20 équivalents d'azotate de potasse.

La proportion de 0,20 équivalents de potasse dans la solution nutritive marque la limite des expériences ; les doses plus fortes de sel ne sont plus en effet supportées par les végétaux ci-dessus cités. Il est d'ailleurs des espèces comme le *Cucurbita Pepo* et l'*Hippuris vulgaris* qui souffrent déjà à des doses bien moindres.

Dans les limites où le degré de concentration de l'azotate de potasse n'a point sur la plante d'action funeste, on peut dire, en résumé, que :

1° La tension osmotique augmente, dans une cellule, avec le degré de concentration de la solution où plonge cette cellule ;

2° La différence entre cette tension osmotique et la tension osmotique du substratum (ce qu'on appelle la force de turgescence) augmente de même ;

3° Au contraire, le rapport entre les deux mêmes tensions, c'est-à-dire entre la force attractive de la cellule et la force attractive du substractum va en diminuant de valeur.

En d'autres termes, à mesure que le milieu se concentre, la cellule, par suite de l'augmentation de son pouvoir osmotique total, attire de nouvelles quantités d'eau, mais l'énergie avec laquelle cette eau est attirée devient de plus en plus faible.

La glycérine et le sel de cuisine donnent à peu près les mêmes résultats que l'azotate de potasse ; mais il y a cette différence à signaler que les plantes supportent, avec ces deux corps, avec la glycérine surtout, des solutions plus concentrées qu'avec le salpêtre.

Les Haricots ne paraissent pas encore souffrir dans une solution renfermant 0,35 équiv. de glycérine.

Pour le chlorure de sodium, il y a un choix à faire. Certaines espèces, en effet, comme le Haricot, le Lupin, ne peuvent vivre dans un milieu renfermant plus de 0,25 équiv. de cette substance. Par contre, nombre d'autres, comme le *Cochlearia officinalis*, le *Plantago maritima*, etc., qui meurent déjà lorsqu'on leur fournit 0,10 équiv. d'azotate de potasse, peuvent être, sans danger, placées dans des solutions contenant : 0,34 équiv. de sel quand il s'agit du *Plantago maritima*, et 0,51 quand on opère avec le *Cochlearia officinalis*.

La grande résistance qu'offre particulièrement cette dernière espèce présente un intérêt spécial en ce qu'elle a permis à M. Stange de constater un fait qui n'avait pu être mis en évidence par les expériences sur le salpêtre, en raison du degré relativement faible de concentration auquel ce corps peut être employé. Le fait est celui-ci : il y a pour la turgescence, c'est-à-dire pour la différence entre la tension osmotique de la cellule et la tension osmotique du milieu, un optimum de concentration ne correspondant pas à la concentration la plus élevée que puisse supporter la cellule, mais situé un peu en deçà. Ainsi pour le *Cochlearia officinalis*, la turgescence correspond à 0,43 équiv. de sel

dans une solution saline dont la concentration est de 0,42 équiv. du même corps ; mais elle n'est plus que de 0,39 lorsque la solution est de concentration égale à 0,51. Avec la glycérine, M. Stange a trouvé au reste, quoique moins nettement, une indication analogue. La turgescence du Haricot, qui était d'abord allée en augmentant, est restée stationnaire à partir d'un degré de concentration qui est bien inférieur à la concentration maxima où la plante peut encore vivre.

A part la modification partielle que ces deux dernières observations entraînent, les diverses autres expériences faites avec la glycérine ou avec le sel ne font que vérifier les conclusions énoncées plus haut par l'azotate de potasse.

Et de tous ces faits découle, en dernier lieu, ce résultat général que, chez les plantes phanérogames, il peut y avoir adaptation aux concentrations du milieu, en même temps qu'augmentation du pouvoir osmotique, comme chez les cryptogames, mais jamais toutefois au même degré.

Maintenant on sait depuis longtemps qu'il y a entre la constitution chimique du substratum et la structure morphologique de la plante certains rapports. D'une façon générale, ainsi qu'il résulte des expériences connues de MM. Nobbe, Siegert, Schimper, Knop, etc., auxquelles viennent encore se joindre celles de M. Stange, l'accroissement longitudinal de la tige ou de la racine diminue à mesure qu'augmente la concentration de la solution nourricière. Or, nous venons de voir que c'est précisément le contraire qui a lieu pour la turgescence : dans certaines limites, celle-ci s'accroît avec la proportion de sel introduite dans le milieu où vit la plante. Pendant un certain temps au moins, il y a donc simultanément, dans le même organe, diminution de l'accroissement et augmentation de la turgescence. C'est cette coïncidence qui amène M. Stange à mettre, à son tour, légitimement en doute, la valeur de la théorie de M. Wortmann.

Cette augmentation de la turgescence, qui accompagne une concentration plus élevée du milieu nutritif, résulte-t-elle de l'absorption plus abondante de matières osmotiques ? Il est évidemment permis de le supposer ; M. Stange cependant fait remarquer qu'aucune observation n'a encore, pour le moment, fourni de preuve décisive à cet égard. Et même, en calculant la quantité de substances passées du substratum dans la cellule, on constate que cette quantité, tout en étant assez élevée, ne suffit pas pour expliquer seule l'augmentation de la turgescence. Peut-être par suite, faut-il admettre, avec M. Stange, que ces substances agissent encore en exerçant sur le protoplasme une excitation qui détermine celui-ci à produire plus de matières osmotiques. Il se pourrait, par exemple, que le sel abondamment fourni facilitât la transformation des hydrates de carbone, de manière à les amener dans des combinaisons osmotiques. En fait, M. Stange a constaté que, chez les plantes nourries de solutions concentrées, on ne trouve presque jamais ni amidon, ni glucose.

De plus, il est certain que l'assimilation joue un rôle dans les phénomènes d'osmose : la tension osmotique, chez les plantes à l'obscurité, augmente, en effet, très peu avec la concentration, et, d'après les observations de M. Stange, elle augmente seulement de façon telle que la différence entre cette tension et celle du substratum reste constante, quelle que soit non seulement la dose, mais même la nature de la substance employée : sel de cuisine, salpêtre ou glycérine. A la lumière, quand l'acide carbonique manque, les phénomènes sont les mêmes qu'à l'obscurité.

Les tensions osmotiques constatées plus haut sont donc dues, selon toutes probabilités, à l'absorption des substances minérales, et aussi à la production d'autres matières osmotiques, résultant de la combinaison d'une partie de ces substances minérales avec les hydrates de carbone introduits dans la plante par l'assimilation. En présence de cette abondance anormale de sels, les hydrates de carbone, au lieu de s'accumuler, se trouvent immédiatement transformés.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

les Algues

PUBLIÉS DE 1889 AU COMMENCEMENT DE 1892 *(fin).*

De tous les ouvrages intéressant la distribution géographique des Algues, il n'en est pas, pourtant, de plus important que celui que vient de publier M. Bornet sur les Algues de Schousbœ récoltées au Maroc et dans la Méditerranée, de 1815 à 1829 (1). C'est aux recherches de cet infatigable explorateur que sont dues, presque sans exception, les données qu'on possède sur la végétation marine du Maroc; il a si bien exploré les alentours de Tanger que du golfe de Gascogne aux Açores aucun point n'a fourni un aussi grand nombre d'espèces. On sait que le fond du golfe de Gascogne marque une limite nette entre la région Nord-Atlantique et une région plus chaude que M. Drude a nommée tropico-atlantique. M. Bornet marque nettement ces différences. On connaît entre Biarritz et Mogador 407 espèces; 291 d'entre elles se rencontrent au Maroc (19 Myxophycées, 35 Chlorophycées, 58 Phœophycées, 179 Rhodophycées). Des 259 espèces connues aux Canaries, à Madère et aux Açores, 85 n'ont pas été observées sur le littoral hispano-marocain. Le nombre des espèces communes à ces deux régions s'élève à 175; les relations sont donc très étroites entre les îles et la côte marocaine; les Canaries possèdent toutefois une flore plus méridionale; car on y trouve une proportion plus grande d'espèces propres aux mers chaudes. On sait que le nombre des Phœophycées est beaucoup moins grand dans la région tropico-atlantique que dans l'Atlantique septentrional; les types sont en même temps différents; la disparition des grandes Laminaires et l'apparition des Sargasses fournit le trait le plus saillant de la région atlantique chaude. Si, d'autre part, on compare la région hispano-canarienne avec la Méditerranée, on trouve que plus des deux tiers des espèces sont communes aux deux mers.

Il s'est trouvé, dans les récoltes de Schousbœ, beaucoup d'espèces rares et nouvelles, qui ont été décrites à des dates très diverses, et par différents observateurs, depuis Greville et Montagne jusqu'à nos jours.

(1) Mém. de la Soc. des Sc. nat. et math. de Cherbourg, XXVIII, p. 165-376, av. 3 pl. grav.

M. Bornet en a trouvé onze encore inédites; deux d'entre elles constituent des genres nouveaux. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que beaucoup d'espèces donnent lieu, de la part de l'auteur, à des notes critiques sur l'importance desquelles il est superflu d'insister. Ce travail fournira une base solide pour les travaux ultérieurs sur la distribution géographique des Algues de la Méditerranée et des mers voisines.

Le *Corsaro* a fait aussi quelques dragages sur les côtes d'Algérie entre 70 et 250 m. de profondeur, M. Piccone (1) dit que les *Dictyota dichotoma*, *Peyssonnelia rubra*, *Vidalia volubilis* et les grandes Corallinées des genres *Lithothamnion* et *Lithophyllum* paraissent être les espèces dominantes jusqu'à 250 m.

Nous n'avons pu lire le travail du même auteur sur les Algues de la Cyrénaïque (2).

La mer Rouge se rattache à la Méditerranée moins qu'à l'Océan indien; nous insistions, il y a deux ans, sur ces relations (3). M. Piccone (4) fournit quelques renseignements nouveaux sur 39 espèces et surtout sur les *Sargassum*, qui ont été étudiés par M. Grunow; l'auteur en signale plusieurs espèces ou variétés nouvelles, sur l'autorité du savant autrichien.

5. Algues d'eau douce d'Europe. — M. Borge (5) et M. Andersson (6) ont donné les résultats de recherches algologiques sur différentes régions de la presqu'île scandinave. M. Borge a étudié la flore d'eau douce du Finmarck septentrional; M. Andersson s'occupe d'une région plus méridionale; il ne signale pas moins de 179 espèces réparties entre 34 genres. Il nous semble pourtant qu'un travail monographique embrassant un groupe, fût-il très peu nombreux, aurait plus de portée que ces nombreux catalogues où se perdent les diagnoses isolées de quelques espèces nouvelles. Les termes de comparaison manquent; il en résulte des difficultés de plus en plus grandes, si elles ne sont pas déjà insurmontables, pour établir la synonymie des espèces dans certaines familles. C'est de la Suède, par exemple, que nous devons espérer une monographie générale des Desmidiacées; aucun pays ne semble plus riche en représentants de cette famille; dans aucune région elles n'ont attiré l'attention et n'ont donné lieu à un plus grand nombre de travaux. Les savants suédois qui ont consacré de longues années à leur étude rendraient un service signalé en publiant une monographie critique de cette grande famille, avec la synonymie de chaque espèce faite sur des échantillons authentiques, ne laissant pas de place au doute. Nous

(1) Nuovo Giorn. botan. Ital. XXI. 1889, p. 171-214.
(2) Ann. dell. R. Istit. bot. di Roma, 1892, 10 p. 4°.
(3) Voyez la *Revue*, III, 1890, p. 94.
(4) R. Accad. dei Lincei, CCLXXXVI. Cl. d. Sc. fis. mat. ser. quart. VI 1889.
(5) Bihang till. K. Sv. Akad Haddlingar, XVII, Afd. III. n° 4, 1892.
(6) Bihang till K. Sv. Akad. Handlingar, XVI. Afd. III, n° 5, 1890.

pensons qu'un travail critique de cette sorte aurait pour résultat de synthétiser une foule de notions éparses et réduirait d'une manière notable le nombre des espèces que la bibliographie enregistre sans un contrôle suffisant.

M. Börgensen (1) ajoute 41 espèces ou variétés à la liste des 142 espèces de Desmidiées de Bornholm, connue par les travaux antérieurs de M. Nordstedt ; 27 d'entre elles sont nouvelles pour le Danemark ; cinq sont décrites pour la première fois.

M. W. West (2) publie une liste des Algues d'eau douce récoltées aux environs de Nyborg en Danemarck.

M. West a donné aussi une liste des Algues d'eau douce de l'Irlande (3), MM. J. Roy (4), A. W. Bennett (5), Marramore (6) et West (7), ont fourni diverses contributions à la connaissance des mêmes végétaux en Angleterre.

M. Kirchner a synthétisé les observations faites sur la flore algologique d'eau douce de l'Allemagne et des pays de langue allemande dans le Bulletin de la Société allemande de Botanique (8) ; M. Heiden s'est occupé de recherches sur le territoire du Mecklembourg (9) ; M. Hieronymus a fait connaître quelques espèces nouvelles découvertes en Silésie (10) ; M. Schmidle a publié la description de quelques espèces et variétés nouvelles de la Forêt-Noire et du duché de Bade (11) ; M. Schaarsmidt a donné une note sur quelques espèces de Bavière (12); M. Hansgirg a fourni de nouveaux documents sur la flore de Bohême, de Styrie, de Hongrie, de Bosnie, de l'Ukraine et de la Dalmatie (13) ; M. R. Gutwinski a consacré un long mémoire aux Algues des environs de Lumberg (14); il a fourni des matériaux pour la connaissance de la flore de la Galicie (15) et une note sur l'étang de Tarnapol (16) ; M. Schaarsmidt a examiné quelques Algues hongroises de l'herbier Kitaibel, des Algues de Roumélie (17) ; il a donné dans le même recueil une note sur le *papier*

(1) Botanisk Tidsskrift, XVII, p. 141-152, 1889, Copenhague.
(2) La Nuova Notarisia, Ser. II, 1891, p. 418-425.
(3) Journal of the Linnean Soc. Bot., 1892, 112 p. 80 av. 7. pl.
(4) The Scottish Naturalist ; — Journal of Botany, 1890, p. 334-338.
(5) Journ. of the R. micr. Soc. 1890. 8° p. 1–10, avec 1 pl. ; — id. 1892.
(6) Proceedings and Trans. of the Liverpool biolog. Soc., v, p. 271-292, av. 2 pl.
(7) Journ. of Botany, XXVII, 1889, p. 289-298, av. 1 pl. ; Journ. of the R. mic. Soc., 1890, p. 277-306, av. 2 pl.
(8) Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1889, 1890 et 1891.
(9) Archiv. d. Freunde d. Naturg. in Mecklenburg, XLII, 1889.
(10) Jahresb. d. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur, 1891, p. 82.
(11) Ber. d. deutsch. bot. Ges, X, 1892 p. 206-211, av. 1 pl.
(12) Notarisia, VI, 1891, p. 1166-1170.
(13) Sitzungsb. d. K. böhm. Ges. d. Wissensch, 1889, p. 121, 1890 ; 1891. p. 297.
(14) Botan. Centralbl. 1890, n° 29 et mém. en polonais, Cracovie, 1891.
(15) La Nuova Notarisia, 1892, gr. 8° 52 p. et mém. en polonais, Cracovie, 1890.
(16) Mém. en lang. polon. Tarnapol, 1892, 8° de 15 p.
(17) Mém. en langue tchèque, Buda-Pesth, 1890.

météorique ; M. K. Loitlesberger a publié un nouveau travail sur la flore algologique de la haute-Autriche (1) ; M. G. Beck a fait une revision des Cryptogames actuellement connues dans la basse-Autriche ; les Algues y occupent une large place (2). M. Stockmayer donne quelques indications sur la flore algologique des provinces les plus méridionales de l'empire autrichien (3). Dans la quatrième partie de leur flore algologique de la Vénétie, MM. de Toni et D. Levi, font connaître un bon nombre de Myxophycées de ce pays (4) ; M. de Toni avait antérieurement exploré le territoire de la ville de Belluno (5). De l'ensemble de ces documents on peut déduire que la flore algologique de l'Europe centrale est très homogène ; la flore des Algues de Silésie de M. Kirchner peut en donner une idée. Cet ouvrage, semble-t-il, pourrait servir de base à une flore de tout le pays qui comprendrait les Pays-Bas, la Belgique, le Nord et l'Est de la France, toute l'Allemagne, toute la partie de l'Autriche située au Nord des Alpes, et sans doute aussi, toute la Russie moyenne. Au contraire, l'Istrie, la Dalmatie, la Bosnie et l'Herzégovine auraient, autant qu'on en peut juger, des caractères communs avec les pays situés au Sud des Alpes.

M. E. de Wildeman a donné un tableau comparatif des Algues de Belgique, où les espèces d'eau douce prédominent (6) ; M. Bornet a fait connaître les Algues du département de la Haute-Vienne contenues dans l'herbier d'E. Lamy de la Chapelle (7) ; M. A. Lemaire a donné une liste de Desmidées recueillies dans les lacs des Vosges (8) ; M. Fr. Gay (9) a contribué aussi à faire connaître la flore de nos montagnes en publiant une note sur les Algues de Bagnères-de-Bigorre.

6. Asie et Afrique. — M. Kjellman poursuit la publication des recherches qu'il a entreprises au cours des différents voyages qu'il a réalisés à la suite de M. Nordenskjöld dans les régions polaires (10). La mer de Behring tire un intérêt tout particulier de ce qu'elle établit la seule communication possible entre le Nord de l'Océan Pacifique et le grand bassin arctique. La chaîne des îles Aléoutiennes forme, du Sud de la presqu'île d'Alaska au cap Kamschatka, une barrière interrompue, le long de laquelle la mer n'a presque nulle part plus de 100 brasses de profondeur. La mer de Behring forme donc un bassin intérieur, nette-

(1) Verhandt. d. K. K. Zool. bot. Ges. in. Wien, 1889, p. 287.
(2) Verhandt. d. K. K. zool. bot. Ges. in Wien, XXVII, p. 253.
(3) Ann. d. K. K. naturh. Hofmuseums, IV, 1890, p. 342-348.
(4) Atti del R. Istituto veneto di Scienze, lettere ed arti. III. ser. VII 1892.
(5) Nuov. Giorn. bot. Ital., XXI, 1889 55-76.
(6) Bull. de séanc. d. l. Soc. Roy. de Bot. Belgique. 1890 ; Bull. Ac. Sc. Bruxelles, 1891.
(7) Bull. Soc. bot. de France, XXXVIII, 1891, p. 247-255.
(8) Nancy 1890, gr. 8° de 10 p. av. 1 pl.
(9) Bull. Soc. bot. de France, XXXVIII, 1891, p. XXVII-XXXII.
(10) K. Sv. Vet. Akad. Handlingar, XXIII, 4° de 58 p. av. 7 pl. 1889 ; Botan. Centralblatt, XLI, 1890, p. 167-170.

ment séparé du Pacifique ; un courant froid passe continuellement par le détroit de Behring vers les côtes du Japon, les glaces couvrent le littoral pendant une période assez longue ; il ne faut donc pas s'étonner que la mer de Behring ait une physionomie tout arctique. Comme dans toutes les mers arctiques, les Algues sont peu abondantes au niveau supérieur de l'eau. Les espèces arctiques se trouvent encore en proportion considérable le long de la chaîne des îles Aléoutiennes ; elles sont, naturellement, prédominantes dans l'intérieur du bassin ; sur 29 espèces récoltées à l'île Saint-Laurent, par exemple, 6 seulement n'ont pas encore été récoltées dans l'intérieur du grand bassin arctique ; 5 d'entre elles paraissent propres à la mer de Behring ; une seule, le *Chondrus platynus* appartient à la flore du Pacifique septentrional.

Comparons, d'autre part, la mer de Behring avec la mer d'Okhotsk. De ses recherches sur cette mer, Ruprecht crut pouvoir conclure jadis que cette mer ne constituait pas une partie intégrante de l'océan voisin, mais qu'elle formait un domaine tout particulier ; il s'appuyait surtout sur ce double fait qu'un quart environ des espèces qui se trouvaient dans la mer d'Okhotsk lui étaient spéciales et que le reste présentait avec celles des mers arctiques européennes plus de ressemblance qu'avec celles du Kamtschatka et de toutes les côtes voisines. Le voyage de la *Véga* et les observations poursuivies au cours de l'expédition de M. Kjellman enlèvent toute valeur aux conclusions de Ruprecht. Des 13 espèces que Ruprecht considérait comme absolument spéciales, 5 et peut-être 7 ont été retrouvées au Kamtschatka, dans la mer de Behring ou dans les mers voisines; de plus, les observations faites sur l'ensemble de la flore renversent complètement les données du problème; sur 53 espèces recueillies dans la mer d'Okhotsk, on en a maintenant retrouvé 40 dans la mer de Behring ; c'est une proportion énorme si on songe que cette dernière a fait l'objet de recherches fugitives, en passant.

Les *Laminaria*, *Thalassophyllum* et *Alaria* sont tout à fait caractéristiques de la flore de la mer de Behring ; le genre *Alaria* l'emporte sur tous les autres par la variété de ses formes et l'abondance des individus ; les *Laminaria longipes* et *L. Bongardiana* y occupent aussi une place importante. Au contraire, on n'y trouve pas cette variété de Fucacées qui s'étend des côtes atlantiques sur presque tout le pourtour du bassin arctique ; la seule Fucacée connue jusqu'à présent dans la mer de Behring est le *Fucus evanescens*. Partout cet ensemble de caractères, la mer de Behring, la mer d'Okhotsk et les îles du Japon septentrional formeraient un même domaine naturel. C'est au Sud seulement de ces limites que les Fucacées des genres *Cystophyllum* et *Sargassum* deviennent prédominantes, que les *Ecklonia* tendent à remplacer les *Alaria* et *Laminaria*.

Du côté des côtes américaines la limite du domaine subarctique peut être fixée avec la même certitude à l'île de Vancouver ; on sait en quelle abondance se trouvent les Laminaires sur la côte pacifique des

Etats-Unis. Dès lors, on peut fixer aux îles Aléoutiennes les limites du domaine arctique ; ces mêmes îles forment la limite septentrionale d'un domaine boréo-pacifique qui s'étend au Sud suivant une ligne allant de l'île d'Yesso (Japon septentrional) au Nord de Vancouver, par le 45e parallèle environ.

Le travail de M. Kjellman comprend de nombreuses observations sur des espèces nouvelles, ou sur la critique d'espèces mal connues jusque-là. Les Algues brunes surtout donnent lieu à une foule de remarques intéressantes, dans le détail desquelles nous regrettons de ne pouvoir entrer ici. La flore de la mer de Behring comprend pour le moment 44 Rhodophycées, 34 Phaeophycées et 13 Chlorophycées, soit au total 91 espèces.

M. Hariot a étudié une collection d'Algues rapportées du Japon par M. le Dr Savatier (1). Des 54 pièces qu'il a examinées, 21 n'avaient pas encore été signalées au Japon. La collection renfermait aussi cinq espèces ou variétés nouvelles. Le nombre des Algues japonaises se trouve ainsi porté à 254 espèces. M. Borge (2) a examiné un petit nombre d'Algues d'eau douce du Japon, parmi lesquelles il signale l'*Hydrodictyon reticulatum*.

On sait peu de chose de la flore des Algues d'eau douce de Sibérie ; deux travaux seulement, l'un de M. R. Boldt (1885), l'autre publié en russe par M. Kozlowsky (1890) permettent de se faire une idée de cette flore ; M. Borge (3) a mis en œuvre des matériaux rapportés des bouches de l'Iénisséi en 1875 et ajoute 33 espèces à la liste de celles qu'on connaissait déjà. Que la flore de la Sibérie soit pauvre, on ne saurait s'en étonner ; c'est la flore d'un pays très humide et très froid où, naturellement, les Desmidiacées dominent.

M. Sorokine a fait connaître de nouveaux matériaux pour la flore cryptogamique de l'Asie centrale. Nous n'avons pu voir son mémoire.

Le lac Baïkal est, on le sait, le plus étendu de l'ancien continent ; il occupe une surface de plus de 32,000 kilom. carrés avec 1977 kilom. de côtes formées surtout de roches éruptives anciennes et de calcaires blancs ; les vents y sont violents et y soulèvent de fréquentes tempêtes, les eaux y sont d'une étonnante limpidité ; le lac Baïkal atteint la profondeur de 1373 m. Le mémoire de M. Gutwinski (4) nous fait connaître 135 espèces d'Algues récoltées dans ses eaux, sur ses bords par M. Dybowski ou en différents ports de la Sibérie et du Kamtschatka ; parmi elles 128 Bacillariées ; l'auteur en tire les éléments d'une comparaison avec la flore des Bacillariées des lacs d'Europe. C'est avec ceux de la Galiçie que le lac Baïkal présenterait les rapports les plus étroits ;

(1) Mém. de la Soc. des Sc. math. et nat. de Cherbourg, XXVIII, 1890.
(2) Botaniska Notiser, 1892, p. 58-59.
(3) Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handlingar, XVII, Afd. III, n° 2. 16 p. pet. 8° av. 1 pl., 1891.
(4) La Nuova Notarisia, Sér. II, 1891, p. 407-417.

ce ne sont là pourtant, l'auteur le reconnaît, que des indications sommaires, les éléments de comparaison sont trop peu nombreux pour donner des résultats précis.

M. de Toni (1) signale, parmi les récoltes algologiques faites par M. Penzig en Abyssinie, une myxophycée nouvelle, le *Tetrapedia Penzigiana* et quelques espèces qu'il est intéressant de constater sous des latitudes aussi méridionales, comme l'*Hydrodictyon reticutatum* Lagerh.

7. Amérique. — Parmi les plantes recueillies par M. le Dr Delamare à l'île de Miquelon, deux sont nouvelles pour l'Amérique du Nord; l'une est le *Sorocarpus uviformis* Pringsheim, phæophycée voisine des *Ectocarpus*, qui n'avait encore été indiquée que dans la Baltique et à Helgoland. L'autre devient, pour M. Hariot (2) le type d'un genre nouveau *Delamarea (D. paradoxa* Hariot); c'est une plante intermédiaire entre les *Chorda* et les *Scytosiphon*, très voisine surtout du *Scytosiphon Lomentaria*; mais tandis que le *Scytosiphon* ne possède que des sporanges pluriloculaires, le *Delamarea* a seulement des sporanges uniloculaires.

On sait que les Laminariées sont très abondantes dans cette région. M. Delamare y a récolté les *Laminaria flexicaulis* Le Jolis, *caperata* La Pyl., *longicruris* La Pyl., *Cloustoni* Le Jolis, *Saccorhiza dermatodea* Farlow, *Agarum Turneri* Post et Rupr. et *Orgygia pinnata* Rostafinski.

M. Fr. Collins (3) mentionne et décrit un certain nombre d'Algues marines nouvelles pour les Etats-Unis. L'auteur a retrouvé sur les côtes américaines plusieurs plantes nouvellement découvertes ou récemment distinguées par les botanistes européens, comme *Halothrix lumbricalis* Reinke, *Ascocyclus globosus* et *balticus* Reinke, *Entocladia Wittrockii* Wille, *Pringsheimia scutata* Reinke, etc. Ce sont de précieux compléments à la flore marine de la Nouvelle-Angleterre publiée par M. Farlow.

M. Martindale (4) ajoute aussi quelques faits à la connaissance de cette flore marine.

MM. W. West (5), F. L. Harvey (6), H. J. Webber (7) et Atwel (8) ont publié diverses notes sur des Algues d'eau douce de l'Amérique du Nord.

Parmi les plantes flottantes récoltées dans la mer des Sargasses, M. Piccone (9) cite *Dichotrix fucicola*, *Melobesia farinosa*, épiphytes sur

(1) Malpighia v. 1892; — Nuova Notarisia, 1892, p. 96-109.

(2) *Journal de Botanique*, 1889.

(3) Bull. of. Torrey botan. Club, XVIII, no 11, 1891, p. 335-341.

(4) Memoirs of the Torrey botan. Club., I, 1889, p. 87-109.

(5) Journ. of the R. micr. Soc., London 1889, no 2. p. 16-22, av. 2 pl.—Journ. of Botany, 1889.

(6) Bull. of the Torrey botan. Club, 1889, no 7.

(7) The American Naturalist. XXIII, 1889, p. 1011.

(8) Département of natural History, 1890, p. 18-21; 1891, p. 20-22.

(9) R. Accad. dei Lincei, CCLXXXVI, Cl. di. Sc. fis. et natur. ser. quarta, VI, 1889.

diverses variétés de *Sargassum bacciferum* et de *S. vulgare* ; il passe en revue, à cette occasion, les hypothèses diverses relatives à la mer des Sargasses.

MM. Nordstedt (1), Möbius (2), Borgensen (3), Hariot (4) et de Toni (5) ont contribué à accroître nos connaissances relatives à la flore du Brésil. M. Möbius nous fait espérer un travail d'ensemble sur la flore algologique du Brésil ; ce serait une œuvre utile.

La végétation algologique de la République de l'Equateur avait donné lieu jusqu'ici à un seul travail publié en 1881 par M. Schaarschmidt d'après des documents reçus de ce pays. M. Lagerheim (6) signale 77 espèces récoltées par lui aux environs de Quito et dans les marais de Santa-Rita ; la plupart d'entre elles se trouvent également en Europe. Malgré l'existence d'un certain nombre d'espèces qui paraissent propres aux régions tropicales, et d'une manière générale, la flore algologique des environs de Quito ressemble beaucoup à celle de nos pays tempérés, ce dont on ne saurait s'étonner, en raison de l'attitude élevée qu'occupe la ville de Quito.

M. de Toni (7) complète l'analyse commencée par MM. Nordstedt et Cleve des Algues rapportées de la Terre de Feu et de la Patagonie par Spegazzini, en signalant encore 16 espèces d'eau douce appartenant surtout aux Chlorophycées et aux Cyanophycées.

M. Hariot continue à s'occuper du même sujet (8). Il a déterminé 32 espèces d'Algues rapportées du Sud de la Terre de Feu ; huit d'entre elles sont nouvelles pour la région.

L'examen des documents rapportés par les explorateurs allemands de la Géorgie du Sud (terres antarctiques) fournit à M. Reinsch (9) l'occasion de décrire plusieurs espèces nouvelles d'eau douce, entre autres une espèce appartenant à un nouveau genre d'Ulvacées, le *Dermatomeris*. Les nouveautés de la flore marine de la même région ont été publiées dès 1888. M. Reinsch en ajoute quelques-unes dans un mémoire étendu accompagné de 19 planches. Il décrit entre autres, une nouvelle espèce du genre *Choreocolax*, le *C. Delesseriæ* ; le genre *Melastictis* appartient probablement aux Chordariées ; le genre *Stegastrum* lui paraît devoir être placé tout près des *Myrionema*.

(1) Lunds Universitels Arsskrift, XXV, 1889, 4° de 40 p. Lund.

(2) Hedwigia, 1889, p. 309-347, av. 2 pl. ; — Notarisia, V. n° 20, p. 1065-1090, 1890 ; — Ber. d. deustch. bot. Ges. X, p. 17-26, 1892, av. pl.

(3) Vidensk. Meddel. fra d. naturhist. Forening. Copenhague, 1890, p. 929-958, av. 4 pl.

(4) Notarisia, VI, n° 2, Venezia, 1891.

(5) Malpighia, III, 1889, p. 67-68.

(6) Anales de la Universidad de Quito, 1890, n°s 27 et 31.

(7) Hedwigia, 1889, p. 24-26.

(8) Bull. Soc. Bot. de France, XXXVIII, p. 416-422, 1891.

(9) Internation. Polarforsch. Berlin, 1890, 47 p. av. 4 pl. et 83 p. av. 19 pl.

8. Australie. — Le service des eaux de West Mailand a été troublé pendant l'été de 1890, par une invasion extraordinaire d'Algues unicellulaires vertes dans lesquelles M. Whitelegge (1) a reconnu le *Chlamydomonas pulvisculus* Ehrenberg.

M. Möbius (2) a examiné des Algues d'eau douce recueillies par M. Bailey dans le bassin du Brisbane en Australie. Le travail auquel cet examen a donné lieu lui fournit l'occasion de montrer l'uniformité des flores d'eau douce à la surface de la terre ; cependant il décrit quelques espèces nouvelles intéressantes, comme : *Coleochæte Baileyi*, *C. conchata*, etc.

M. Borzi (3) a recueilli sur des crânes provenant de diverses îles de la Mélanésie une série d'Algues d'eau douce dont la plupart lui ont paru nouvelles ; il décrit quinze Myxophycées dont dix nouvelles, avec un nouveau genre *Loriella* ; le genre *Entodesmis* constituerait un type nouveau de Phaeophycées, d'eau douce. L'auteur établit trois familles nouvelles de Chlorophycées, les Microsporacées, les Entocladiacées et les genres nouveaux *Pleurothamnion*, *Nordstedtia* et *Polychloris*; cette note nous fait espérer des descriptions comparatives plus étendues accompagnées de bonnes figures.

Les Algues récoltées pendant le voyage du *Vettor Pisani* ont fourni déjà à M. Piccone matière à la publication d'un mémoire (1886); l'auteur a complété ce prémier travail (4). Le nombre des espèces récoltées par les savants qui ont pris part à la mission de la corvette italienne s'élève définitivement à 285 espèces et 24 variétés (y compris les Bacillariées), recueillies dans 36 localités différentes, parmi lesquelles figurent les îles Chatham, les Galapagos, Hawaï, les Philippines. La connaissance de la distribution géographique des êtres vivants est trop avancée pour qu'on puisse espérer beaucoup de pareilles expéditions; la connaissance des espèces ne tire pas elle-même grand profit de récoltes faites en passant. Le mémoire de M. Piccone se termine pourtant par un relevé géographique des plantes recueillies par l'expédition, qu'on consultera nécessairement quand on s'occupera de quelqu'une des régions visitées par la mission italienne.

M. Raciborski a consacré un mémoire à l'étude des Desmidiées récoltées par le Dr Ciaston pendant l'expédition du *Saïda* ; les observations les plus nombreuses ont été faites à Albany et à Sydney (5).

Ch. Flahault.

(1) Records of the australian Museum, I, p. 82-84. 1890.

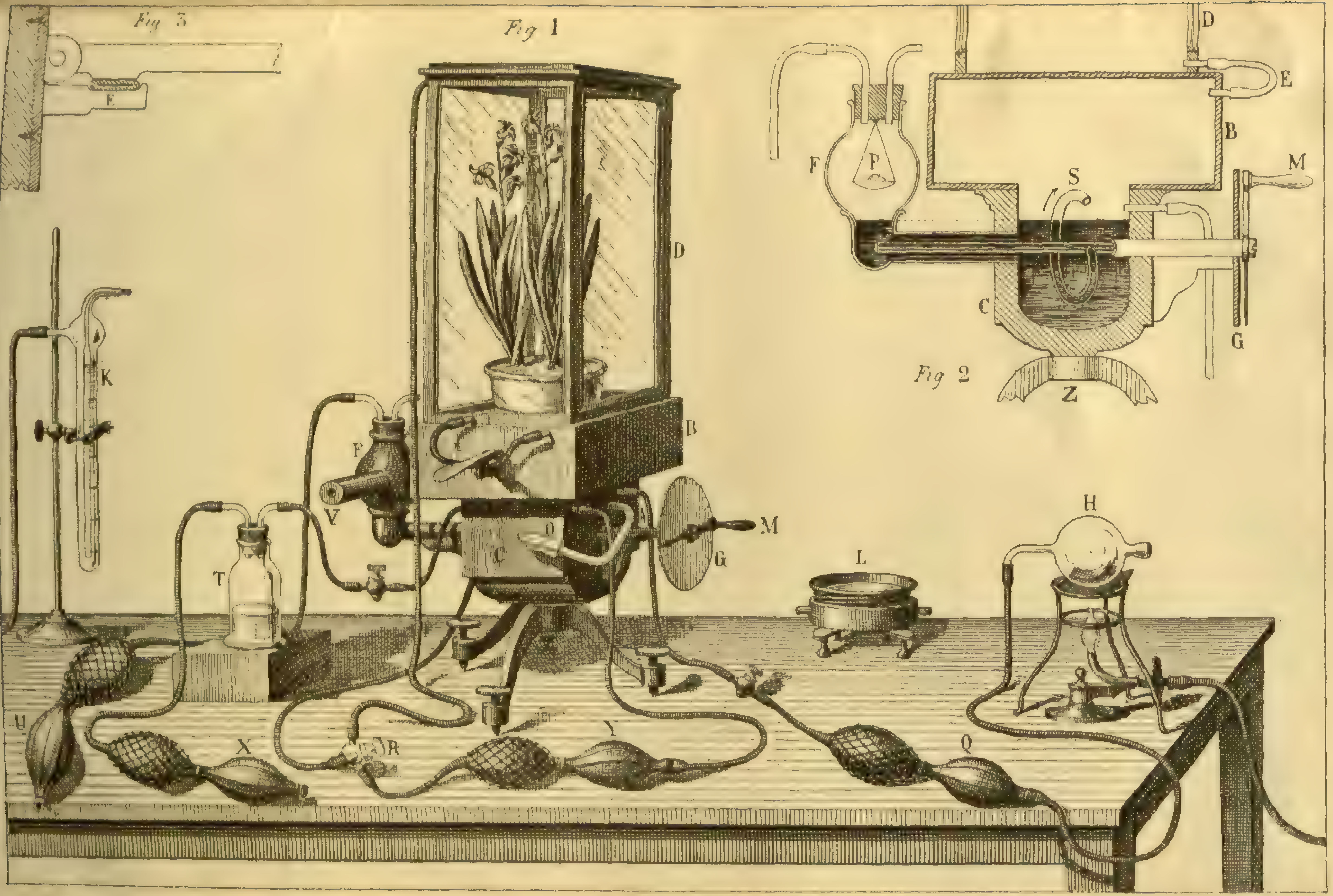
(2) Flora, 1892, p. 421-450.

(3) La Nuova Notarisia, 1892, p. 35-53.

(4) R. Accad. dei Lincei, CCLXXXVI, 1889, 57 p. gr. 8°, 1889.

(5) Mém. en lang. polon. dans les Mém. de l'Acad. des Sc. de Cracovie ; XXII, 1892, 32 p. av. 2 pl. doubles. et Anzeiger d'Akad. d. Wiss. in Krakau ; résumé de 3 p. 8°, 1889.

Le Gérant, Th. Clerquin.



P. Charles del. Imp. Le Bigot. Vitou sc.

Appareil pour mesurer l'intensité des parfums.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la *Revue générale de Botanique :*

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : L'*Abies numidica.* — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon) ; sur les Champignons (Costantin) relatifs aux méthodes de technique (Dufour) ; sur les Lichens (Hue) ; sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILIAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genre *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europæum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Réviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) : des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Avril 1894

N° 64

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1894

I. — NOTICE SUR A. MERGET, par **M. Henri Devaux**. 145

II. — LE CHAUDRON DU SAPIN, par **M. Émile Mer**. 153

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1892 et 1893, par **M. A. Hue**. 174

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 186

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

NOTICE SUR A. MERGET

par M. **Henri DEVAUX**.

Le professeur Merget, qui vient de mourir à Bordeaux, à l'âge de 74 ans, n'a pas été seulement un physicien distingué : ses travaux sur la circulation du gaz dans les plantes, et sur l'action du mercure sur les végétaux et les animaux, sont ceux d'un physiologiste. Pour les végétaux en particulier, le nombre de ses expériences a été si considérable, et ces expériences ont été faites avec un tel soin, que nous avons considéré comme un devoir d'écrire sur ce savant quelques pages pour résumer sa vie et ses travaux botaniques.

Merget (Antoine-Eugène) est né le 16 août 1819, à Bordeaux. Il y fit de brillantes études et y conquit ses premiers grades universitaires de bachelier ès-lettres et ès-sciences, puis de licencié ès-sciences mathématiques. Il entra à l'Ecole Normale Supérieure, le 2 novembre 1840. A sa sortie en 1843, il débuta comme professeur de physique au lycée de Caen ; mais attaché à Bordeaux, par son origine et sa famille, il revint au lycée de cette ville en 1850.

Ses anciens élèves se rappellent encore son enseignement clair, élevé, précis. Merget conquit, à cette époque, les deux titres universitaires les plus élevés : l'agrégation et le doctorat ès-sciences. Ses thèses furent très remarquées, elles avaient pour sujets : quelques cas particuliers de la décomposition de l'eau par la pile et la formation d'empreintes métalliques des corps conducteurs par l'emploi des courants électriques.

Merget était tout désigné pour l'Enseignement supérieur ; en 1862, il fut chargé du cours de physique à la Faculté des Sciences de Lyon. Deux ans après, il était nommé professeur titulaire, le 15 décembre 1864. Il y resta jusqu'en 1873. Cette année-là se produisit un incident fâcheux ; à la suite d'une altercation violente avec un supérieur d'un caractère difficile, M. Merget fut mis en

retrait d'emploi. Malheureusement, le Ministère avait été mal renseigné sur les causes premières de cet incident. Mais la municipalité de Lyon appréciait tellement le savant professeur, qu'elle mit à sa disposition un laboratoire de recherches où il put continuer ses travaux scientifiques. Pendant cinq ans, il vécut ainsi dans une retraite complète, se livrant exclusivement à des recherches de physique et de physiologie végétale. Ces années-là furent fécondes pour la science.

Cependant les anciens élèves et les nombreux amis de Merget ne restaient pas inactifs. Leurs instances le décidèrent à poser sa candidature à la chaire de professeur de physique de la faculté mixte de médecine et de pharmacie de Bordeaux. Il obtint cette place, avec le titre de chargé de cours seulement, parce qu'il n'était pas docteur en médecine. Mais, dès ce moment, il résolut de conquérir ce titre et l'on vit ce vieux professeur se remettre à l'étude comme un débutant : il ne consacra pas moins de dix années à élaborer une thèse sur la pénétration et l'action des vapeurs de mercure dans l'économie. A l'âge de 69 ans, le 29 décembre 1888, il soutint cette thèse remarquable qui lui valut d'être immédiatement nommé professeur titulaire de la chaire qu'il occupait. Mais l'année suivante il fut mis à la retraite. Malgré cela, l'infatigable vieillard continua ses travaux, particulièrement dans les laboratoires de M. Gayon à la Faculté des Sciences. La maladie incurable qui, depuis longtemps, le faisait souffrir en silence, ne pouvait l'arrêter; le 21 décembre 1893, il s'éteignait en pleine possession de sa vigueur intellectuelle, de sa lucidité scientifique. Trois ou quatre jours auparavant, il avait mis la dernière main à ses travaux sur le mercure.

Merget avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1861. Il était membre de diverses sociétés savantes : l'une d'elles, l'Académie nationale des sciences, arts et belles lettes de Caen lui accorda en 1878 un prix de 3,000 francs (prix Le Sauvage). L'Académie avait proposé le 23 mai 1862 comme sujet de concours : « Du rôle des feuilles dans la végétation des plantes ». Aucun des neuf mémoires présentés en 1865, 1867 et 1870 ne fut considéré comme digne de remporter le prix, et ce ne fut qu'en 1875 que ce prix fut décerné : sur trois nouveaux mémoires présentés, celui de Merget fut regardé comme étant le meilleur.

Ceci nous amène à parler des travaux botaniques de Merget.

Notre auteur n'a publié la plupart du temps que des notes, trop souvent égarées dans des recueils difficiles à se procurer. C'est peut-être pour cette cause que ses travaux de physiologie végétale sont peu connus ou trop oubliés. Merget a particulièrement étudié la circulation des gaz dans les végétaux : il a cherché par quelles voies s'opère cette circulation, et quelles sont les forces qui la déterminent.

En 1873 il avait démontré que les vapeurs de mercure se répandent dans l'air à de grandes distances avec une extrême facilité. Merget pensa qu'il était possible de se servir de ce grand pouvoir diffusif pour rechercher par quelles voies s'opèrent les échanges gazeux des plantes. Deux opinions contraires étaient en présence : pour les uns, ces échanges se produisent surtout à travers la cuticule par une dialyse analogue à celle qui s'opère à travers le caoutchouc ; c'était l'opinion de Barthélemy. Pour les autres, c'est à travers les ouvertures des stomates et des lenticelles que les gaz peuvent entrer ou sortir. C'est cette dernière opinion qui est la vraie, comme l'ont démontré les expériences de Merget. On prend une feuille pourvue de stomates sur une seule de ses faces, on recouvre la moitié droite de la face inférieure et la moitié gauche de la face supérieure d'un « enduit réserve » destiné à jouer le rôle d'obturateur absolu des stomates, puis on expose la feuille aux vapeurs mercurielles. Dans ces conditions, toute la portion de parenchyme pourvue de stomates non fermés est intoxiquée et noircit ; l'autre reste indemne. L'auteur en conclut que les vapeurs mercurielles rentrent par les stomates, et non par la cuticule. Du reste, la démonstration ressort de bien d'autres expériences : par l'emploi d'un papier qui noircit sous l'influence des vapeurs mercurielles (papier à l'azotate d'argent ammoniacal) il obtient à travers une feuille autant de points noirs qu'il y a de stomates. La durée de l'expérience est assez courte pour que les vapeurs mercurielles n'aient pas le temps de tuer le protoplasma, de sorte que les feuilles restent vivantes.

En opérant avec d'autres gaz : ammoniaque, acide hypoazotique, acide sulfureux, cyanogène, chlore, vapeurs de brôme et d'iode, Merget confirma les résultats obtenus par le moyen du mercure ; savoir que les stomates sont les voies essentielles par où s'effectuent les échanges de ces gaz et de ces vapeurs. Il réussit enfin à donner la même démonstration pour les gaz constituants de l'atmosphère

(Comptes Rendus Ac. sc., 17 juin 1878). Ces gaz étaient sollicités à se diffuser dans une enceinte pleine d'hydrogène ; si les stomates étaient ouverts, ils passaient facilement ; si les stomates étaient bouchés par un enduit réserve, ils ne passaient plus, ou presque plus. L'auteur admet cependant un passage faible de l'acide carbonique par simple dialyse cuticulaire ; pour l'oxygène et l'azote ce passage est insensible.

C'est par ces mêmes ouvertures stomatiques que s'effectue la presque totalité de la transpiration aqueuse des feuilles. M. Merget le démontre de la manière la plus élégante : il applique sur la feuille vivante un papier préparé au chlorure de palladium et de fer, qui noircit sous l'action de la vapeur d'eau. La face dépourvue de stomates n'agit pas sur le papier. Celle qui en est pourvue le colore très rapidement, sauf au niveau des nervures. Toutefois, à la longue, il obtient une coloration générale, surtout si la feuille est jeune, ce qui le porte à émettre la conclusion suivante : « *Les feuilles peuvent émettre des vapeurs aqueuses à la fois par la cuticule et par les stomates* ; *à mesure qu'elles avancent dans leur développement, le pouvoir exhalant de la cuticule, qui va toujours en diminuant, tend à devenir négligeable* ; *lorsqu'elles sont complètement développées, c'est par la voie des orifices stomatiques qu'a lieu normalement l'exhalaison foliaire.* »

Ainsi, pour tous les gaz et pour toutes les vapeurs, les stomates, c'est-à-dire les ouvertures externes du système aérifère de la plante, sont la voie normale et presque unique par où s'effectuent les échanges gazeux des plantes aériennes. Telle est la conclusion importante de cet ensemble de recherches.

Tout en poursuivant celles-ci, Merget se préoccupait de trouver les forces qui mettent les gaz en mouvements. C'est en étudiant la circulation gazeuse si curieuse des feuilles du *Nelumbium speciosum* que Merget fit une de ses plus belles découvertes, celle de la *thermodiffusion*, l'un des phénomènes physiques les plus importants et les plus répandus dans la nature.

Que se passe-t-il quand une feuille est chauffée par le soleil ? Au premier abord, il semble que l'atmosphère interne, contenue dans les méats et les lacunes, doit tendre à se dilater, à fuir par toutes les ouvertures ; d'autant plus que la tension propre de la vapeur d'eau vient y ajouter son effet. Si la feuille se refroidit, l'inverse se pro-

duira, la pression des gaz et de la vapeur d'eau diminuant l'air extérieur tendra à pénétrer par les stomates. Or, c'est justement l'inverse qui se produit : par échauffement du limbe, l'air extérieur *rentre*, par refroidissement, l'air intérieur *sort*. Si bien que si les parties d'une feuille sont inégalement échauffées, il y aura circulation *des parties chaudes vers les parties froides*. C'est ce phénomène qui est particulièrement net dans le *Nelumbium speciosum*. En adaptant un manomètre à eau au pétiole de ces grandes feuilles, Merget montre que l'air rentre réellement en grande quantité, quand le limbe est au soleil et s'amasse sous pression. Dans certains cas favorables, la colonne d'eau fut soulevée de 30 centimètres. Si au lieu d'un manomètre, il place une éprouvette pleine d'eau pour recevoir les gaz, elle se remplit rapidement par les bulles nombreuses que dégage la section du pétiole. Le gaz, ainsi dégagé, est toujours de l'air à peu près pur, avec un faible excès d'oxygène provenant de l'assimilation chlorophyllienne. Il s'en dégage jusqu'à 60 centimètres cubes par minute. Ce volume monte à 1 litre par minute si la feuille est chauffée artificiellement, par un feu clair de charbon, ou par une plaque chaude de tôle. La feuille est ainsi parcourue en quelques heures par une masse gazeuse, qui atteint des centaines et des milliers de fois son propre volume. Et ce courant se maintient des journées entières. (Voy. Comptes-rendus Ac. sc., 22 déc. 1873). Il se reproduit sur des feuilles mortes depuis plusieurs mois, pourvu qu'elles soient ramenées à un degré convenable d'humidité, ce qui prouve que ce phénomène tient à l'organisation physique de la feuille, et nullement à un acte vital. Du reste, Merget a copié physiquement cet appareil, et ses « *thermodiffuseurs* » ont donné un dégagement analogue. *Tout corps poreux humide amasse ainsi les gaz externes sous pression dans son intérieur quand on l'échauffe* et la pression peut monter, dans certains cas, à plusieurs atmosphères (fonte humide).

Telle est la *thermodiffusion* : phénomène purement physique, dont la nature intime est mal connue, mais dont le rôle naturel est certainement considérable, car ce n'est pas seulement dans les êtres vivants qu'il se manifeste, il existe aussi dans tous les corps poreux humides à température variable et ceux-ci abondent dans la nature. Dans le sol, par exemple, c'est par thermodiffusion que s'accomplit normalement une aération très active. Dans les plantes, la thermo-

diffusion a une action non moins importante. C'est à elle que doit revenir le rôle principal dans les échanges gazeux des plantes aériennes. Merget a réussi à le démontrer pour les feuilles des plantes aquatico-aériennes, *Nuphar, Nymphœa, Limnocharis,* etc.; il pense que le fait est très général, mais facile à observer dans ces plantes à cause de leurs grandes lacunes.

Chose curieuse, cette circulation gazeuse si active s'accompagne d'actions chimiques parfois énergiques, soit dans les thermodiffuseurs artificiels, soit dans les organes vivants. Merget pensait même que l'azote atmosphérique pouvait entrer en combinaison grâce à ce phénomène jusque dans les plantes. Cette combinaison se produit en tous cas dans des appareils physiques, comme l'a démontré un de ses élèves, M. Bordier.

Il convient encore de signaler ici une autre découverte de Merget, qui a probablement aussi une grande importance, celle de l'existence constante d'une mince couche gazeuse sur tous les corps placés sous l'eau dans les conditions naturelles, y compris les plantes aquatiques. Ces *atmosphères superficielles*, comme on les appelle, sont absolument nécessaires pour que les gaz libres puissent se dégager d'une eau sursaturée. Sans elles, ces gaz restent à l'état dissous, comme le prouve M. Gernez. Merget démontre facilement l'existence de ces atmosphères sur une plante aquatique quelconque, Algue ou Phanérogame, en la traitant, par exemple, par l'eau de Seltz, c'est-à-dire par une solution sursaturée de gaz carbonique : toute la surface de la plante se couvre aussitôt de bulles, dont la formation nécessite absolument la préexistence d'une mince couche d'air libre en chaque point portant une bulle. Merget pensait que cette couche gazeuse est absolument *continue*, de sorte que les plantes aquatiques ne sont aquatiques qu'en apparence, emportant toujours avec elles une atmosphère libre. Il en concluait que pour ces plantes les échanges gazeux se produisent essentiellement comme pour les plantes aériennes, entre gaz physiquement libres, à travers les ouvertures au moins accidentelles qui sont d'une fréquence extrême dans ces fragiles végétaux.

On voit, par les détails que nous venons de donner, que Merget, quoique physicien, mérite d'être classé parmi nos meilleurs physiologistes. D'autant mieux qu'on peut avoir toute confiance en lui comme expérimentateur : il refaisait vingt fois la même expérience

et doutait encore du résultat vingt fois confirmé. Sa probité scientifique était en quelque sorte excessive, et ceci nous donne l'occasion de parler de ce qu'il était personnellement, comme homme, après ce qu'il a fait comme savant.

C'était une figure originale que celle de Merget, un caractère vif, emporté même, mais d'une loyauté, d'une justice et d'une bonté qui désarmaient toujours ceux même qu'il avait offensés. Il a fait venir à son lit de mort tous ceux qu'il avait pu froisser pour leur serrer la main, leur demander pardon, et ne les quitter que comme un ami quitte ses amis. Il leur a laissé à tous le souvenir d'une nature honnête, et d'un cœur généreux, capable de s'humilier pour rester juste et bon. C'est en effet surtout par le cœur que Merget était grand : il s'occupait beaucoup des malheureux, mais en se cachant. La plus grande partie de son traitement passait en aumônes qu'il distribuait lui-même avec l'intelligence de la vraie charité. Il se privait beaucoup pour venir en aide à ceux qui manquent du nécessaire ; il souffrait de leurs souffrances ; il a passé bien des nuits au chevet des malades pauvres; et le matin il rentrait furtivement à son laboratoire, se cachant à tous pour que son visage ne trahît pas les fatigues de sa veille prolongée.

C'est dans ses fortes convictions religieuses que Merget a trouvé la force d'aller jusqu'au bout d'une vie austère, isolée et probablement triste pour lui-même : bel exemple donné aux hommes de notre génération, d'une conscience droite et d'un cœur aimant qui a voulu conquérir et garder non-seulement la vérité scientifique, mais la certitude morale qui fait qu'on est vraiment homme.

Notes et Travaux de A. Merget sur la Botanique ou sur des questions qui s'y rattachent.

1. — *Sur les propriétés des vapeurs mercurielles.* (Ann. de la société d'agriculture de Lyon. V. 1872.)

2 et 3. — *Sur la circulation de la sève.* (Ann. de la société d'agriculture de Lyon. V. 1872, et Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences, 1873, p. 481.)

4. — *Le rôle des stomates dans les échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère.* (C. R. Assoc. française av. sciences, 1873, p. 445.)

5. — *Sur des phénomènes de thermo-diffusion gazeuse qui se produisent dans les feuilles, et sur les mouvements circulatoires qui en

résultent dans l'acte de la respiration chlorophyllienne. (C. R. Ac. sciences, 1873, t. 77, p. 1,468.)

6 et 7. — *Sur la reproduction artificielle des phénomènes de thermodiffusion gazeuse des feuilles par les corps poreux et pulvérulents humides.* (C. R. Ac. sciences, 1874, t. 78, p. 884. C. R. assoc. française av. sciences, 1875, p. 354. — Exposé aussi par Violle dans Journal de Physique, 1re série, t. L, 1875, p. 97.)

8. — *Sur la respiration des végétaux.* (C. R. Ass. française av. sciences, 1875, p. 442.)

9. — *Echange gazeux entre les plantes et l'atmosphère.* (C. R. Assoc. française av. sciences, 1875, p. 725.)

10. — *Sur la réduction chlorophyllienne par les feuilles et les fruits.* (C. R. Assoc. franç. av. sciences, 1875, p. 750).

11 et 12. — *Production de l'ozone par la thermodiffusion et phénomènes de synthèse gazeuses dans les végétaux.* (C. R. Assoc. franç. av. sciences, 1876, p. 305 et 475.)

13, 14 et 15. — *Sur les fonctions des feuilles dans les phénomènes d'échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère : rôle des stomates.* (Mémoire présenté à l'Académie des sciences, avec extrait dans C. R., 1877, t. 84, p. 376, et réponse aux observations critiques de M. Barthélemy, p. 957. Même sujet, C. R. Ac. sciences, 1878, t. 86, p. 1,456.)

16. — *Sur les fonctions des feuilles, rôle des stomates dans l'exhalation et dans l'inhalation des vapeurs aqueuses par les feuilles.* (C. R. Ac. sciences, 1878, t. 87, p. 293. — C. R. Assoc. française p. l'av. sciences, 1878, p. 644.)

17. — *Du rôle des feuilles dans la végétation des plantes.* Ce mémoire, présenté à l'Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen, a remporté le prix Le Sauvage en 1878. La question était posée depuis 1862, le prix n'avait pu être décerné. Voir l'analyse de ce mémoire dans Mémoires de l'Ac. de Caen, 1878, p. 54 à 103.

18. — *Respiration chlorophyllienne des plantes submergées.* (C. R. Assoc. française av. sciences, 1879, p. 698.)

19. — *Sur la diffusion des vapeurs de mercure à travers les tissus végétaux.* (Mémoires de la soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux, 1880, p. XIX.)

20. — *Sur la Thermodiffusion.* (Ibid. p. XXVIII.)

21. — *Sur le mécanisme des échanges gazeux entre les plantes aquatiques et le milieu ambiant.* (C. R. Assoc. franç. av. sciences, 1880, p. 364 et 658.)

22. — *Emploi de papier réactif au chlorure de palladium et de fer en physiologie végétale pour l'étude de la transpiration.* (Mémoires soc. sciences phys. et nat. de Bordeaux, 1872, 2e série, t. IV, p. VII.)

23. — *Action toxique et diffusion des vapeurs de mercure dans les feuilles par les stomates.* (Ibid. p. XVIII et XX.)

24. — *Expériences sur le mécanisme des échanges gazeux dans la fonction respiratoire.* (Ibid. 1883, t. V, p. XIII à XIV et XV à XVI.

LE

CHAUDRON DU SAPIN

Par M. Émile MER

Bien qu'on doive étendre le terme de Chaudron au renflement sur lequel s'insèrent les rameaux dont l'ensemble constitue le *Balai de sorcière*, on désigne plus spécialement ainsi les tumeurs dépourvues de Balais qu'on remarque fréquemment sur les branches principales et sur le tronc des Sapins. Les Chaudrons de branches ont presque tous porté des Balais, lesquels se sont desséchés et sont tombés au bout d'un certain temps. Mais ce n'est pas aussi général pour les Chaudrons du tronc. Si l'on en rencontre assez souvent qui sont encore garnis des débris desséchés de Balais, beaucoup en revanche en sont dépourvus et par la dissection on s'assure qu'ils n'en ont jamais porté. Comment alors le parasite leur a-t-il donné naissance ? C'est ce qu'il est difficile de savoir d'une manière certaine, puisque les inoculations de spores d'*Œcidium elatinum* n'ont pas réussi jusqu'à présent. On voit assez fréquemment le début d'un Balai sur la pousse terminale d'une branche, mais on en aperçoit très rarement sur une flèche. Sans doute il y a plus de chances pour que les branches soient infectées que les troncs parce qu'elles sont bien plus nombreuses ; ensuite sur les arbres élevés, la flèche étant peu visible, beaucoup de Balais peuvent passer inaperçus. Cependant, même en tenant compte de ces restrictions, il n'en reste pas moins établi que cette affection se présente fort peu sur les flèches des sapins.

De Bary, que ce fait avait sans doute frappé, supposait que la contamination doit s'exercer souvent sur un bourgeon dormant ou sur un bourgeon axillaire du tronc. Rien ne prouve que les choses ne se passent pas ainsi, au moins dans certains cas. Mais il est généralement admis aujourd'hui que le mycélium peut en outre se développer directement sur les jeunes écorces, probable-

ment à la faveur de fissures accidentelles donnant accès aux spores. On ne peut être certain du fait, puisqu'on ne peut produire artificiellement la contamination et que le hasard seul pourrait faire découvrir un Chaudron d'axe tout-à-fait à son début (1), mais enfin il paraît probable.

Dans ce qui va suivre j'exposerai les résultats de mes recherches sur le développement, la structure et le dépérissement du Chaudron.

I

Certains Chaudrons n'embrassent qu'une partie de la périphérie du tronc; ils sont unilatéraux. D'autres en font le tour complet, ils sont annulaires. La tumeur est presque toujours unilatérale au début, surtout si elle est située sur une pousse quelque peu vigoureuse, parce que dans les premières années son grossissement est très lent. Elle ne devient annulaire qu'à la longue, suivant un processus qui sera exposé plus loin.

Sur une section transversale pratiquée à travers un Chaudron unilatéral, on constate à première vue l'existence de deux tissus bien différents : l'un, le tissu normal, l'autre, celui de la tumeur, remarquable par l'épaisseur de l'écorce et du liber, la coloration rougeâtre du bois et son aspect lisse. Pour certains Chaudrons dont le développement s'est effectué régulièrement, ce tissu présente la forme d'un éventail qui se serait enfoncé comme un coin et parfois jusqu'au centre dans le bois normal. En y regardant de plus près on est frappé des faits suivants :

Les couches d'accroissement sont généralement plus larges que dans le bois sain. Tantôt celles qui sont voisines ont sensiblement la même largeur, tantôt au contraire cette largeur est très inégale. Elle l'est même souvent dans les différentes parties d'une même couche. Le contour de ces couches est toujours sinueux ; c'est un indice que l'activité cambiale a eu des allures variables en des points souvent rapprochés. Ce fait est important à retenir pour l'intelligence de ceux sur lesquels je vais appeler l'attention. On observe en outre des amas linéaires d'un brun noirâtre, les uns dirigés radialement

(1) J'ignore si une tumeur causée par l'infection de l'écorce serait visible dès la première année.

les autres ayant la forme d'arcs sensiblement parallèles au contour des couches. Les premiers sont des séquestres d'écorce nécrosée, les seconds résultent de fissures ou interruptions de tissu causées par la destruction partielle du cambium. Je vais examiner les causes qui donnent naissance aux uns et aux autres.

Séquestres. — Parfois les sinuosités du contour des couches sont très accusées et présentent une grande régularité, c'est-à-dire que les sinus de plusieurs couches successives correspondent, de même que les saillies. On a alors sous les yeux une série d'ondulations concentriques. Dans les sinus l'activité cambiale est naturellement moins prononcée que dans les saillies. Lorsque cette activité vient encore à décroître, les sinus sont plus aigus et les saillies plus accusées. Enfin il peut se faire que l'activité cambiale cessant à peu près complètement dans les sinus, l'écorce se trouve au niveau de ceux-ci comprimée entre deux saillies consécutives. Il arrive alors ce qui se passe quand, par les progrès de leur croissance en grosseur, deux arbres rapprochés viennent à se toucher. L'activité cambiale, très ralentie sur les faces en contact, finit par s'arrêter complètement. Les portions d'écorce pressées l'une contre l'autre se laminent au point qu'il n'en subsiste plus que de très minces feuillets. Les fragments de cambium correspondant à chaque saillie se réunissent ensuite à travers l'écorce, qui est résorbée. Il ne se forme plus à partir de ce moment qu'une seule série d'ondulations. Les séquestres d'écorce ainsi constitués s'imprègnent de résine épanchée.

Fissures. – Le premier effet du parasite quand il s'installe dans une jeune pousse est d'en surexciter l'activité cambiale, d'où résulte à la fois une plus grande formation de bois, de liber et d'écorce. Cette surproduction persiste pendant plusieurs années, mais il arrive un moment où le cambium meurt sur une étendue plus ou moins grande. La nécrose de cette région entraîne celle de tous les tissus en relation avec elle. Le liber brunit, l'écorce se déssèche et se crevasse. Quant au bois, toute la partie encore vivante du secteur recouvert par le cambium détruit, périt à son tour et comme, s'il s'agit d'un Sapin déjà d'un certain âge, la région centrale était morte antérieurement, il y a ainsi, de la périphérie à cette région, continuité de tissu nécrosé (1). Cela se reconnaît facilement sur

(1) C'est du reste ce qui a lieu, pour le Sapin et l'Épicea, dans certaines circonstances, à la suite d'une destruction du cambium, le bois se trouve à nu ou recouvert par de l'écorce morte.

une section transversale, la teinte d'un roux vif qui caractérise le bois chaudronné vivant ayant fait place à une teinte d'un brun terne. En outre, et c'est là un caractère plus net encore, on n'y trouve plus trace d'amidon. On peut ainsi délimiter, d'une manière précise, le contour de la région morte. L'écorce, quoique nécrosée, peut subsister assez longtemps, mais elle se détache peu à peu par lambeaux et le bois est mis à nu parfois sur une assez grande étendue (1).

Sur les bords de la région nécrosée le cambium contaminé resté vivant continue à fonctionner et finit par recouvrir d'un nouveau tissu chaudronné la surface de bois dénudé en même temps que le mycélium continue à se propager de part et d'autre dans la région restée intacte. A partir de ce moment il y a donc du bois infecté mort, du bois infecté vivant et du bois sain. Le parasite s'étend dans deux directions opposées : du côté du bois sain pour continuer à l'envahir, du côté du bois contaminé mort pour le recouvrir. Par conséquent, sur la même tumeur, et qui plus est, sur la même section, on peut rencontrer à la fois des régions de bois mort revêtues encore de leur écorce morte, d'autres dénudées, d'autres enfin déjà recouvertes par une ou plusieurs couches de bois chaudronné de formation récente.

Pendant le dépérissement de l'écorce la résine s'épanche hors de ce tissu et imprègne jusqu'à une profondeur de plusieurs millimètres le bois avec lequel elle se trouve en contact (2). A ce dépôt de résine vient ensuite s'en ajouter un autre. Pendant que se cons-

(1) On a attribué la production des crevasses ainsi que le dépérissement de l'écorce qui en serait la conséquence à l'hypertrophie du tissu ligneux. Lors même que les crevasses seraient dues à cette cause, on ne s'expliquerait pas qu'il pût en résulter la destruction de l'écorce par grandes plaques, ainsi que cela a lieu. L'hypertrophie n'aurait pour conséquence que de produire des fentes. En effet, quand sur une écorce saine on pratique des incisions longitudinales, le cambium se dessèche sur les bords de chaque incision, mais il en reste encore assez de lambeaux vivants pour cicatriser les plaies. Rien de semblable ne se voit sur les chaudrons qui commencent à se décortiquer. Bien plus, il n'est pas rare de voir des chaudrons recouverts en certains points de leur surface par de l'écorce morte, alors qu'il n'existe pas encore de crevasses. Je regarde donc celles-ci comme le résultat, et non la cause de la mort du cambium. Mais je ne puis expliquer pour quel motif ce tissu, après avoir été le siège d'une suractivité végétative provoquée par le parasite, meurt ensuite prématurément. Il en est du reste ainsi dans beaucoup de tissus hypertrophiés, dans les chancres par exemple, qui attaquent certains arbres (Frênes, Coudriers, Hêtres).

(2) C'est ce qui arrive en général, quoique à un bien moindre degré, dans le Sapin et l'Épicea, à la suite du dépérissement de l'écorce. Le bois d'une branche sèche renferme, dans ses assises périphériques, de la résine et du tanin épanchés provenant des assises les plus internes du liber.

titue le tissu de recouvrement, de la résine s'en échappe et pénètre dans le bois mort, qui finit par acquérir à sa surface la coloration brune et la consistance particulière au bois *gras* (1). Jamais il n'y a soudure entre le bois mort et le bois de recouvrement. Il existe toujours entre eux un intervalle appréciable.

Le cambium de recouvrement peut ultérieurement se détruire à son tour, ce qui entraîne le dépérissement du bois et de l'écorce qu'il avait formés. La même série de phénomènes se reproduit. Parfois sur une section on voit plusieurs zones concentriques de bois chaudronné mortes successivement et séparées les unes des autres par autant de fissures brunes dont je viens d'expliquer l'origine.

J'ai dit que le bois d'un Chaudron unilatéral présente plus ou moins l'aspect d'un éventail, ce qui est dû d'abord aux ondulations des contours des couches ligneuses dont il a été parlé (les sinus représentant les rayons de l'éventail) et ensuite à la forme de secteur qu'affecte le tissu contaminé. Cette forme provient de ce que l'envahissement du parasite, lent au début, ne tarde pas à devenir plus rapide que l'accroissement en grosseur de la région atteinte. Chaque année le mycélium gagne du terrain. Au début il ne s'étendait que sur une faible partie de l'anneau ligneux correspondant. L'année d'après il envahit une portion plus considérable de l'anneau suivant, et ainsi de suite, de sorte que si, sur une section transversale, on trace la séparation entre les parties saine et contaminée, on obtient deux lignes courbes divergentes à partir du centre.

Ce n'est pas seulement dans le sens transversal qu'il y a progression du parasite, mais encore dans le sens longitudinal. En

(1) Le même effet se produit pendant l'occlusion d'une branche morte dans le tronc. A mesure qu'elle se trouve englobée dans les couches de bois, le cambium en activité de la partie voisine dépose à sa surface de la résine et du tanin qui l'imprègnent souvent dans toute son épaisseur et lui donnent une coloration noirâtre; d'où le nom de *nœuds noirs* sous lequel on désigne les tronçons de branches mortes enfermés dans le tronc.

Une branche morte sectionnée à une faible distance du tronc est englobée peu à peu dans les couches de nouvelle formation. L'occlusion est complète quand le cambium arrive au niveau de la surface de section. J'ai remarqué qu'à ce moment il se produit toujours en dehors un petit épanchement de résine. C'est même un signe auquel on reconnaît que le recouvrement va s'achever.

pratiquant en effet une coupe suivant l'axe de l'organe, on distingue parfaitement le bois contaminé et l'on voit que dans chaque couche d'accroissement la zone infectée séparée de ses voisines par des lignes sinueuses présentant leur convexité vers l'extérieur, est plus étendue longitudinalement que la précédente, de sorte qu'en reliant entre eux les points limités de la partie saine et de la partie contaminée, on obtient, comme sur une section transversale, deux lignes courbes divergentes à partir du centre (1).

La progression du parasite étant généralement plus rapide que l'accroissement en grosseur de la région atteinte, le Chaudron finit par faire le tour de l'arbre et par devenir annulaire. On croit que, quand les choses en sont là, la région située au-dessus de la tumeur ne peut plus avoir une longue durée, ainsi que cela a lieu à la suite d'une annélation. Ce fait est loin d'être aussi général. On voit souvent la partie terminale d'une branche vivre longtemps quoique portant dans la partie médiane ou à la base un chaudron annulaire; il en est de même pour le tronc, sans doute la circulation des matières plastiques est très entravée dans ce cas, parce qu'elle ne peut plus s'opérer que par des tissus pathologiques, des éléments incrustés de résine et dont la direction n'est pas rectiligne, mais néanmoins la mort de la cîme n'est pas la conséquence forcée de cet état de choses. Elle n'arrive que quand le cambium finit par périr sur une grande partie de la périphérie.

II

La structure macroscopique du Chaudron, telle qu'elle vient d'être exposée, est assez variable, non seulement d'une tumeur à

(1) Dans les exemplaires que j'ai eu l'occasion d'étudier, j'ai constaté que généralement le bois chaudronné commençait au centre de la section, ce qui prouvait que le parasite s'était installé sur la pousse dès la première année. Il peut aussi s'introduire dans des pousses âgées déjà de plusieurs années, mais moins fréquemment peut-être qu'on ne le croit. En effet, comme il n'a pas été possible de s'en assurer directement par des inoculations, cette opinion n'a pu prendre naissance qu'à la suite de l'examen des régions envahies. Or, d'après ce qui précède, on comprend que si la coupe ne passe pas exactement par le siège d'attaque, si elle est faite soit un peu plus haut ou un peu plus bas pour une section transversale, soit un peu à droite ou à gauche pour une section longitudinale, on puisse être induit en erreur et trouver saines les deux ou trois premières couches. Je crois devoir mettre en garde contre cette cause d'erreur.

l'autre, mais encore dans une même tumeur. C'est ainsi que, pour des régions voisines, les contours des couches de bois peuvent être plus ou moins flexueuses, les séquestres d'écorce et les fissures plus ou moins nombreux, plus ou moins étendus. Des tronçons de branches se rencontrent parfois dans le bois chaudronné, provenant soit d'un Balai, soit de branches normales, insérées primitivement au voisinage de la tumeur et qui ont fini par y être englobées.

La structure microscopique que je vais maintenant décrire varie aussi dans une large mesure. Toutefois elle présente certains caractères généraux qui la font différer sensiblement de celle du bois normal. C'est ainsi que les trachéides ont une section plus grande, plus circulaire et en même temps un contour moins régulier. Les parois en sont plus épaisses, fréquemment incrustées de résine et le lumen en est plus étroit. Elles sont aussi moins régulièrement alignées. Les rayons sont plus épais, parfois géminés, très amylifères. Ils sont surtout plus rapprochés. Deux rayons voisins ne sont souvent séparés que par une seule file de trachéides.

Les rameaux du Balai de sorcière renferment quelquefois, surtout quand ils sont vigoureux, des poches résineuses entourées de parenchyme amylifère. La présence de ce tissu est bien plus fréquente dans le Chaudron ; seulement la place qu'il occupe dans l'anneau ligneux est parfois différente. Tandis que dans le Balai c'est généralement à l'origine de la zone d'été qu'on le rencontre, dans le Chaudron il se trouve le plus souvent au début de celle de printemps. Il y est en outre bien plus développé, au point que sa présence se décèle souvent à l'œil nu. On aperçoit dans ce cas une succession de zones concentriques, étroites, d'un brun roux, coloration due à la présence du tanin oxydé, qui, conjointement à la résine, imprègne fortement ce tissu. Il semblerait que, par analogie avec l'aspect que présente le bois normal du sapin, ces zones représentent les rangées extrêmes du bois d'été, celles qui sont formées par les trachéides aplaties, lesquelles se distinguent, comme on sait, par une coloration plus foncée. L'examen microscopique montre qu'il n'en est rien et que c'est bien au début de la zone de printemps qu'elles se forment, ainsi du reste que cela a lieu dans les tissus cicatriciels ligneux du Sapin. Bien que la présence des poches résineuses avec parenchyme annexe soit assez fréquente dans les Chaudrons pour constituer un caractère distinctif de leur structure

ces éléments font néanmoins souvent défaut. Sur une même section on voit parfois des places comprenant une succession d'anneaux ligneux dépourvus de canaux résineux, suivies d'une série d'anneaux en renfermant.

Dans certains cas, les amas de parenchyme ligneux présentent assez d'analogie avec les tissus cicatriciels (cellules à parois épaisses, à contours irréguliers, d'assez grandes dimensions et disposées sans ordre). Les rayons médullaires sont disloqués à leur passage dans ces amas. Les canaux résineux et leurs cellules annexes offrent parfois aussi un aspect semblable. On remarque dans ces éléments des masses ambrées, des sphérules ocreuses, le plus souvent seules, quelquefois accompagnées de quelques grains d'amidon. Il en est de même des cellules radiales qui leur sont associées, tandis qu'en deçà et au-delà les rayons sont très amylifères. Ces petits amas d'éléments morts se rencontrent même dans le bois de Chaudrons encore bien vivants.

Sur une section transversale de bois normal de Sapin obtenue à l'aide de la scie, le tissu composant la zone de printemps se trouve plus déchiqueté par le passage de l'instrument que celui qui forme la zone d'été, parce que dans celle-ci les parois trachéidiennes étant plus épaisses, plus incrustées de tanin et de résine, se brisent moins sous la pression du fer (1). L'emploi du rabot, en rendant la section plus lisse et la débarrassant de la poussière ligneuse qu'occasionne toujours la scie, rend plus frappante encore la différence entre les deux zones, et plus facile la détermination approximative de la largeur occupée par chacune d'elles. Cette différence d'aspect entre les zones de printemps et d'été est plus tranchée dans la partie supérieure du tronc que dans la partie inférieure, parce que la densité du bois est plus grande au voisinage du sol. En même temps l'épaisseur des parois trachéidiennes augmente et le lumen diminue. Un autre facteur contribue encore à rendre plus dense le bois de la base et sa surface de section moins esquilleuse : c'est l'imprégnation par le tanin et la résine. Aussi est-il d'un roux plus vif. L'intensité de la coloration du bois de Sapin est en général corrélative de sa densité et de l'aspect lisse de sa surface de section (bois à croissance ralentie, bois de branches, bois rouge).

(1) La sciure de sapin est donc formée en majeure partie de bois de printemps.

Le bois chaudronné, par suite de l'épaisseur relative de ses parois trachéidiennes et de leur imprégnation en tanin et en résine, présente assez de ressemblance avec le *bois rouge*. Par son aspect et sa structure il est intermédiaire entre ce bois et le bois normal. Parfois il est lisse sur toute la largeur des anneaux ligneux ; ceux-ci paraissent alors être uniquement formés de bois d'été. Parfois aussi on distingue au bord interne de chaque anneau une zone étroite d'un tissu plus mou, plus poreux, qui représente les premières assises du bois de printemps. L'aspect rappelle alors celui d'un bois de chêne de bonne qualité, à zone de printemps étroite et à large zone d'été. Mais ici encore une grande irrégularité se remarque sur une même section. Ainsi plusieurs couches ligneuses consécutives sont bordées intérieurement d'un liséré de bois poreux. Un peu plus loin ce liséré disparaît et la couche entière est formée d'un tissu compact et uniforme ; ailleurs le tissu compact est bordé extérieurement par un liséré orange plus vif représentant les assises de trachéides aplaties. Ce tissu compact peut être dépourvu de canaux résineux et de parenchyme ligneux, comme il peut en renfermer sur divers points, entre autres à l'origine de la zone d'été. Ailleurs enfin, au bord interne d'une série de couches successives, se voient des liserés bruns roux formés de parenchyme ligneux et de poches résinifères que j'ai signalés plus haut.

Sur certains points on voit des cavités irrégulières remplies de résine. Le tissu de bordure de ces cavités est constitué par du parenchyme ligneux dont les cellules à parois épaisses, canaliculées, renfermant du tanin oxydé et beaucoup d'amidon sont disposées sans ordre. En examinant ce tissu sur de jeunes tumeurs, on constate qu'il est parsemé de poches à résine. Sous l'influence d'un excès de résine qui s'en épanche, il finit par être résorbé dans sa partie centrale. Il se forme alors une petite cavité qui s'agrandit peu à peu par suite de la destruction des régions voisines et dans les vieux Chaudrons il ne reste plus que des lambeaux de ce parenchyme sur les bords de la cavité.

Les trachéides du bois chaudronné sont loin d'être toujours disposées parallèlement à l'axe du tronc. Elles ont le plus souvent une direction contournée et sur certains échantillons il est très difficile d'obtenir des sections nettement transversales.

J'ai fait remarquer précédemment qu'un Chaudron se décortique

partiellement et que le bois dénudé se recouvre plus ou moins régulièrement d'un bois contaminé de nouvelle formation. Ce recouvrement s'effectue toujours à l'aide d'un tissu de raccordement formé par du parenchyme ligneux dont les cellules sont semblables à celles qui ont été décrites plus haut, et toujours fortement imprégnées de résine. Ce parenchyme cicatriciel forme des éléments de plus en plus allongés, lesquels se couvrent de ponctuations aréolées et établissent ainsi un passage entre le premier tissu de raccordement et le bois qui se forme ensuite.

L'écorce d'un Chaudron peut rester adhérente longtemps après sa mort et celle du bois qu'elle recouvre. Le liber devient brun foncé, cassant, et ne se détache plus par lanières comme lorsqu'il était vivant. Quand la mort est récente on ne remarque pas encore entre l'écorce et le bois l'enduit de résine dont il a été parlé plus haut. Cet enduit n'apparaît que peu à peu; il a du reste une épaisseur très variable. Lorsqu'il est abondant, il est en relation avec des poches résineuses de couleur noirâtre qui se forment dans le liber après la mort de ce tissu.

J'ai dit que sur les points où le cambium est détruit, le bois chaudronné ne tarde pas à périr. On le distingue du bois chaudronné vivant à ce que, sur une section transversale il ne se recouvre pas d'un enduit ocreux provenant du tanin épanché hors des éléments et qui s'oxyde au contact de l'air. Il reste d'un brun terne. A l'examen microscopique ce bois présente les caractères suivants :

Les cellules radiales ont perdu leur amidon, qui est remplacé par des globules ou des petites masses amorphes de couleur ambrée formées par de la résine concrète et du tanin oxydé (gomme de bois des Allemands). Les parois des trachéides sont aussi inscrustées de résine et leur lumen en est plus ou moins rempli.

Tels sont les principaux caractères de la structure du bois chaudronné. Ils sont, je le répète, très variables et loin de se rencontrer sur le même échantillon. On les observe aussi dans la tumeur basilaire du Balai. En l'absence d'une démonstration directe que seule pourrait fournir la production expérimentale du Chaudron, et bien que plusieurs des modifications décrites, telles que l'apparition de parenchyme ligneux et de poches résineuses se retrouvent dans d'autres conditions pathologiques, ce fait n'en

constitue pas moins une preuve concluante que le Chaudron tire parfois son origine de la tumeur d'un Balai.

III

D'après les détails de structure dans lesquels je suis entré, on voit que le bois chaudronné est plus riche en amidon que le bois normal, non-seulement parce que ses rayons médullaires sont plus nombreux, plus larges et plus amylifères, mais encore parce qu'il s'y trouve souvent des canaux résineux dont les cellules annexes contiennent de l'amidon, et enfin parce que, assez fréquemment, les dernières assises de trachéides de la zone d'été en renferment aussi. La présence des canaux résineux, de même que les épanchements de résine signalés précédemment, montrent que cette substance y est aussi plus abondante que dans le bois sain. Mais il importait, pour avoir une connaissance plus complète de cette tumeur, d'en doser la teneur en résine, de même qu'en tanin et en matières albuminoïdes comparativement à celle du bois normal. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

1° Un chaudron unilatéral, situé à 5 ou 6 mètres du sol, est détaché du tronc d'un Sapin âgé d'une soixantaine d'années. On le divise par une section transversale qui met à découvert d'un côté le bois contaminé et de l'autre le bois normal, chacun d'eux occupant à peu près la moitié de la surface de section. Le bois chaudronné est entièrement vivant. Sur des échantillons prélevés à égale distance du centre, l'azote, le tanin et la résine sont dosés. On obtient les résultats suivants pour 100 de matières sèches.

	Azote	Tanin	Résine
Bois sain.	0,0905	0,568	0,850
Bois chaudronné vivant. . . .	0,1355	0,674	6,300

2° Un Sapin de 50 à 60 ans porte sur son tronc à 0,50 cent. de terre un Chaudron unilatéral. Sur une section transversale on constate que la tumeur ne part pas de la région centrale et occupe seulement une portion de la région périphérique. On remarque en outre que le bois chaudronné est mort sur une certaine étendue. On prélève un échantillon dans la portion restée vivante et un autre dans le bois sain, en ayant soin de les prendre sensiblement de même

âge, c'est-à-dire dans les mêmes couches d'accroissement. En même temps on en prélève un troisième dans la région centrale qui s'était formée avant l'attaque du parasite. Pour ces divers échantillons on trouve les teneurs suivantes :

		Azote	Tanin	Résine
Région centrale (bois sain)		0,085	0,552	3,08
Région périphérique.	bois sain	0,085	0,254	1,74
	bois chaudronné	0,212	0,956	8,87

On voit par ces deux exemples que le bois chaudronné est beaucoup plus riche en azote, en tanin et surtout en résine que le bois sain du même âge. Il l'est même davantage (s'il s'agit d'une tumeur occupant la périphérie) que le bois normal de la région centrale, lequel l'est plus, du moins dans la partie inférieure du tronc, que le bois normal de la périphérie.

La densité d'un bois dépendant non seulement de sa structure, c'est-à-dire du rapport entre la somme des vides et celle des pleins de son tissu, mais encore du contenu de ses éléments anatomiques et surtout de l'imprégnation de leurs membranes par le tanin et la résine, il devenait probable, d'après ce qui précède, que la densité du bois chaudronné devait être supérieure à celle du bois normal. C'est en effet ce qui résulte de la détermination expérimentale.

Reprenant le dernier exemple j'ai trouvé les densités suivantes :

Région centrale (bois sain)		0,505
Région périphérique.	bois sain	0,445
	bois chaudronné	0,673

La densité du bois chaudronné était donc supérieure, non seulement à celle du bois sain de même âge, mais encore à celle du bois sain de la région centrale.

La densité du bois d'un tronc de Sapin est généralement plus grande à la base. J'ai voulu comparer la densité du bois chaudronné dont il vient d'être question à celle du bois sain de la base. Sur une section pratiquée au niveau du sol la densité fut trouvée de 0,673 pour la région centrale et de 0,456 pour la région périphérique. La densité du bois chaudronné, à 0,50 cent. du sol, était donc la même que celle du bois central sain, à la base du tronc.

Le bois chaudronné est généralement regardé comme mou et spongieux ; c'est là une erreur, ainsi qu'on vient de le voir ; sa densité est, au contraire, supérieure à celle du bois sain qui l'envi-

ronne, au moins dans les parties, assez rares d'ailleurs, qui ne sont pas occupées par de grandes fissures ou de vastes poches à résine, ou d'importants séquestres d'écorce. Les éléments y sont, à la vérité, moins régulièrement disposés, leur lumen est plus large ; du parenchyme ligneux s'y rencontre par places, mais les parois des trachéides étant plus épaisses et surtout plus imprégnées de tanin et de résine, le grain du bois est plus fin et susceptible d'acquérir un plus beau poli que celui du bois normal. C'est ce qui a lieu, du reste, pour celui-ci dans la zone d'été comparativement à celle de printemps

IV

Le parasite, par le fait même qu'il surexcite l'activité cambiale sur le point où il est implanté, doit exercer une influence inverse sur les parties non infectées, voisines de celle qui est attaquée. C'est en effet ce qui a lieu sur une section transversale de tronc de sapin, pratiquée dans une région envahie par un Chaudron unilatéral ; voici ce que, à cet égard, on observe généralement :

Dans la partie centrale les anneaux ligneux ne sont pas influencés tant que la surface contaminée est très restreinte, mais à mesure que celle-ci s'étend, les anneaux s'élargissent dans la partie infectée et se rétrécissent au contraire dans la partie saine. Ils finissent par y devenir très étroits, ayant souvent à peine 1 millimètre d'épaisseur, puis, quand le mycelium est arrivé à envahir toute la périphérie du tronc et que le Chaudron est devenu annulaire, la portion des anneaux ligneux contaminés, située autour de la région saine, devient plus large à son tour.

Ce n'est pas seulement au niveau de la tumeur que les accroissements ligneux sont modifiés, ils le sont encore au-dessus et au-dessous d'elle. Sur des sections effectuées dans ces régions à une faible distance du Chaudron, on remarque les particularités suivantes : dans la partie centrale les anneaux ligneux sont assez larges. Pendant qu'il se forment le Chaudron n'a encore acquis, là ou il s'est implanté, qu'un très faible développement. A mesure qu'il prend de l'extension, ces anneaux se rétrécissent de plus en plus, et davantage sur la face occupée par la tumeur que sur la face opposée. Mais anneaux larges et anneaux étroits correspondent à la

période où le niveau considéré n'est encore contaminé en aucun de ces points. Dès que celui-ci est atteint par le mycelium qui s'étend, comme je l'ai dit, dans le sens de l'axe aussi bien que dans le sens transversal, les accroissements s'élargissent dans la portion attaquée, mais en même temps deviennent plus étroits dans la portion encore indemne. Ce rétrécissement va en s'accentuant à mesure que le parasite s'étend dans le sens transversal.

La présence du Chaudron exerce donc une influence manifeste, non seulement sur la croissance de la région qu'il a envahie, mais encore sur celle des régions situées en-dessus et en-dessous, et cela jusqu'à une certaine distance. Dans cette sphère d'action l'activité cambiale des tissus restés indemnes est ralentie. Elle l'est plus sur la face où est située la tumeur que sur la face opposée. Il en résulte que, si la moelle est excentrique au niveau du Chaudron, elle l'est aussi au-dessus et au-dessous, quoique à un moindre degré et en sens inverse. En voici un exemple pris sur un Chaudron incomplètement annulaire et situé à 4 mètres du sol. Les rayons R et r ont été mesurés, le premier sur la face où était placée la tumeur, le second sur la face opposée. L'excentricité est exprimée par le rapport $\frac{R}{r}$.

	R	*r*	$\frac{R}{r}$
A 2m au-desssus du Chaudron. . .	49	87	0,56
Au niveau du Chaudron	90	84	1,07
A 1m au-dessus du Chaudron . . .	51	72	0,70

Cet effet est bien dû à la présence de la tumeur, car il se remarque dans tous les cas où il se forme des tissus cicatriciels à la suite de blessures. La suractivité cambiale dont la région lésée est le siège, a pour conséquence une diminution d'activité dans les régions voisines.

Si dans un Chaudron les anneaux ligneux sont hypertrophiés, l'écorce et le liber surtout le sont encore plus; aussi le rapport cortico-ligneux est-il notablement plus élevé que dans le bois normal, comme cela a lieu du reste pour la plupart des tumeurs. En voici quelques exemples, dans lesquels ce qui est désigné par écorce comprend à la fois la partie corticale et le liber.

	Épaisseur de l'écorce	Épaisseur du bois	Rapport cortico-ligneux
Balai de sorcière (pousse de 1 an)	1mm,5	0mm,5	3
» (pousse de 3 ans)	3	1, 5	2
Chaudron encore peu développé	1, 5	1	1,5
Pousse normale insérée sur ce chaudron	1	1	1
Chaudron annulaire de branche	20	50	0,4
Bois sain à une assez grande distance de la tumeur.	5	25	0,2
Chaudron annulaire de tronc.	15	100	0,15
Bois sain à une assez grande distance de la tumeur.	5	75	0,06
Chaudron unilatéral. Région saine.	5	47	0,106
» » infectée	15	90	0,166
Id. Région saine.	5	75	0,66
» » infectée	9	115	0,078

En général, lorsque dans un arbre l'accroissement du bois normal diminue par une cause quelconque, celui de l'écorce diminue dans une moindre proportion, ou même reste stationnaire ; aussi, dans ce cas, le rapport cortico-ligneux augmente-t-il. Or, l'on vient de voir que la présence du Chaudron a pour effet de diminuer les accroissements ligneux des régions voisines et principalement de celles situées au-dessus et au-dessous de la tumeur. Il en résulte que le rapport cortico-ligneux de ces régions doit s'élever. C'est en effet ce que montre l'observation.

V

A partir du moment où le cambium du Chaudron meurt en un point quelconque de sa périphérie, qu'il y ait ou non chute du liber et de l'écorce, le tissu ligneux subit d'importantes modifications. D'abord, comme je l'ai dit précédemment, toute la partie comprise entre le cambium détruit et la région centrale, déjà nécrosée par suite de son âge, ne tarde pas à périr. Les éléments amylifères perdent leur amidon, qui est remplacé par des amas ou des globules ambrés de résine et de tanin. Mais ce n'est pas tout ; le bois mort se trouve désormais exposé aux influences atmosphériques. Il se dessèche, puis il est peu à peu imbibé par l'eau pluviale, qui y pénètre à travers les fissures de l'écorce, et il finit par en absorber une quantité parfois supérieure à celle qu'il possédait pendant la vie. C'est ce qui arrive surtout après la chute de l'écorce. On le voit

par l'exemple suivant, pris sur un arbre chaudronné à 0,50 cent. du sol. La tumeur était annulaire, mais l'écorce, par suite de la destruction du cambium, s'était détachée sur un tiers de la périphérie. Voici la teneur en eau du bois de plusieurs échantillons prélevés à divers niveaux :

Base	39 pour 100
Dans le Chaudron.	37 »
A 1^{m} au-dessus du Chaudron. . .	41 »

Le bois du Chaudron renfermait presque autant d'eau qu'aux deux niveaux entre lesquels il se trouvait compris, et cependant près des trois quarts du volume de l'échantillon étaient formés de bois mort qui, par conséquent, aurait dû être en grande partie desséché. S'il n'y avait pas eu infiltration de l'eau extérieure, la teneur en eau eût été bien moindre.

J'avais détaché d'un autre échantillon pris dans la même tumeur la partie morte pour en doser l'eau séparément. Je trouvai 38 p. 100, quantité légèrement supérieure à celle que possédait le tissu vivant du Chaudron, puisque pour l'ensemble la proportion n'était que de 37 p. 100 (1).

Cette absorption d'eau par le bois mort du Chaudron se produit aussi dans toutes les circonstances où le bois de Sapin est dénudé à la suite de blessures (2). Ainsi imprégné, le bois mort a un aspect

(1) D'après cet exemple, le bois vivant d'un chaudron ne paraît pas renfermer plus d'eau que le bois sain. Il se dessèche cependant bien plus lentement, ce qui est dû sans doute à sa structure et à sa constitution.

(2) Pour qu'il y ait imbibition, il n'est pas indispensable que ce bois soit mis à nu. Il suffit que, par une cause quelconque (grand froid, coups de vent) il se produise intérieurement des fentes ou interruptions de tissu (gélivures, roulures, cadranures) dans lesquelles s'accumule l'eau épanchée des tissus voisins. Sur le bord de ces fentes le bois meurt et s'imprègne de l'eau qui y était renfermée. Celle-ci s'élève souvent jusqu'à une hauteur de plusieurs mètres. La carie centrale du tronc des Sapins a presque toujours pour origine des légions externes ou internes dont la souche a été le siège à une époque souvent reculée, parfois dans la première jeunesse de l'arbre.

Il suffit même pour amener ce résultat que le cambium ait été détruit sur un point. C'est ce qui arrive quand deux Sapins, par suite des progrès de leur croissance, arrivent à se toucher par la base du tronc. Sur les faces en contact, les deux cambiums comprimés l'un contre l'autre ont un fonctionnement de plus en plus ralenti, puis ils finissent par être détruits, ce qui entraîne la mort des deux écorces ainsi que celle du bois contigu. L'eau pluviale séjournant dans la cavité ainsi produite entre les troncs, pénètre peu à peu jusqu'au bois mort, qui n'est plus garanti par de l'écorce vivante, et en cause l'altération. En pratiquant une coupe à travers ces troncs soudés ou seulement accolés, on voit dans chacun d'eux une zone de bois à un degré plus ou moins avancé de décomposition, partant de chacune des surfaces en contact et se dirigeant vers le centre.

Dans les Sapins dominés à végétation languissante, le bois mort occupe une portion considérable du tronc ; l'étui de bois vivant est très restreint. Si ces arbres sont le siège d'une blessure externe ou interne, l'eau pénètre dans ce bois mort, l'infiltre et sur des sections pratiquées au voisinage de la base on rencontre souvent la plus grande partie de la surface occupée par du *bois gris*.

caractéristique. Sa coloration est brun grisâtre. Aussi, pour le distinguer, lui ai-je donné la dénomination de *bois gris*. Au toucher il paraît plus humide que le bois vivant, quoique sa teneur en eau soit à peu près la même (1).

Ce n'est pas seulement dans le bois mort du Chaudron que pénètre l'eau pluviale; elle se répand de là dans celui qui occupe la région centrale du tronc jusqu'à une assez grande distance au-dessus et au-dessous de la tumeur. L'imbibition va s'atténuant à mesure qu'augmente cette distance. La région infiltrée a donc à peu près la forme d'un fuseau dont la partie renflée est formée par la tumeur. En pratiquant des sections dans cette région, on constate que le bois central est *gris* et plus humide que le bois périphérique. Au-delà il est, au contraire, plus blanc et plus sec.

Le bois mort, ainsi pénétré d'eau, se trouve dans des conditions très favorables pour s'altérer. Cette altération peut se diviser en deux périodes : la première, qui se produit avant l'attaque des saprophytes et qui la prépare, la seconde qui s'opère par suite de l'intervention de ces êtres.

Première période. — Le tanin et la résine qui incrustent les parois des éléments sont peu à peu dissous et entraînés par l'eau dont le bois est pénétré. Ces substances se déposent sur d'autres points soit dans l'intérieur des éléments, soit dans les interstices qui séparent ceux-ci (2). Les tissus subissent ainsi un lavage qui a pour effet de dépouiller les membranes d'une partie de leurs matières incrustantes ; elles sont alors plus altérables (3).

C'est ce qui résulte de l'analyse comparative du bois d'un Chaudron d'une part dans sa partie encore vivante, et de l'autre dans sa portion morte et décortiquée, par conséquent infiltrée d'eau.

Exemple. — Une section horizontale est pratiquée à travers un Chaudron annulaire qui avait perdu l'écorce sur une partie de sa périphérie, mais était encore vivant dans la région opposée.

(1) Cela tient sans doute à ce que l'eau qui entre dans la constitution du bois vivant se trouvant incluse dans les éléments, est moins appréciable au toucher que l'eau d'imbibition qui imprègne surtout les membranes.

(2) En fendant du bois gris, on y aperçoit fréquemment des amas de résine desséchée.

(3) S'il était permis de comparer des résultats dus à des causes de puissance et de nature bien différentes, on pourrait dire qu'il se produit ici un effet analogue à celui qui, dans les couches terrestres, est la conséquence du remaniement des sédiments par les eaux et d'où proviennent les alluvions, c'est-à-dire des dépôts disposés sans ordre.

	Azote	Tanin	Résine
Partie vivante.	0,148	0,987	2,720
Partie morte et infiltrée. . .	0,074	0,747	0,780

Une portion de Chaudron peut être morte depuis un certain temps, mais avoir encore son écorce adhérente. Dans ce cas l'infiltration de l'eau pluviale se produit plus difficilement que lorsque le bois est mis à nu.

Exemple. — Un chaudron unilatéral était mort dans presque toute sa masse, mais il n'était dénudé qu'en partie. Des échantillons prélevés dans cette région, de même que dans la région morte, encore recouverte de son écorce, donnèrent à l'analyse les résultats suivants :

	Azote	Tanin	Résine
Bois chaudronné mort, encore recouvert de son écorce.	0,1205	0,462	3,600
Bois chaudronné mort et décortiqué	0,0755	0,210	0,900

Autre exemple. — Un chaudron unilatéral était décortiqué sur une certaine portion de sa périphérie. De chaque côté le bois était mort, mais l'écorce adhérait encore. L'analyse fournit les résultats suivants :

	Azote	Tanin	Résine
Bois chaudronné mort, mais non décortiqué. . .	0,137	2,220	5,310
Bois chaudronné mort et décortiqué	0,098	1,850	2,740

On voit par ces divers exemples que, lorsque le bois chaudronné est mort, il perd une partie notable de ses matières albuminoïdes, ainsi que du tanin et de la résine qui l'imprégnaient. Ces substances sont dissoutes en partie et entraînées par l'eau qui a pénétré dans le bois.

Quand le bois gris est exposé à l'air, à la suite d'une section, par exemple, en même temps qu'il se dessèche il acquiert une coloration ocreuse, parce que le tanin dissous dans l'eau qui imbibe le bois et épanché sur la surface de section s'oxyde au contact de l'air. Cet effet n'est pas aussi sensible sur du bois sain de Sapin, dont la coloration devient seulement jaune pâle.

L'état de bois gris est déjà un commencement d'altération, mais on n'y découvre pas encore de filaments mycéliens. Il est souvent crevassé et possède une hygroscopicité plus prononcée que le bois normal. Il a absorbé plus d'eau et la retient plus longtemps. Si l'on expose à la pluie une surface de section renfermant

du bois gris ou devenu ocreux par suite de son séjour à l'air, ce bois absorbe plus d'eau et se dessèche bien plus lentement que le bois sain qui l'avoisine.

Seconde période.— Mais l'altération n'en reste pas là. Les champignons saprophytes finissent par envahir ce bois gris, où ils trouvent toutes les conditions favorables à leur développement, puisqu'il n'est plus autant protégé par le tanin et la résine et qu'en outre il est imprégné d'eau. Ces filaments mycéliens progressent dans le lumen des trachéides, communiquant entre eux par les ponctuations aréolées. Sous leur action, les éléments ligneux sont perforés, corrodés. Pour leur végétation ils absorbent l'eau renfermée dans ce bois et quand cette eau n'y pénètre qu'en quantité assez limitée (1), ainsi que cela arrive par la surface d'une blessure ou de décortication de Chaudron, le tissu finit par se déssécher. L'air remplaçant l'eau qui l'imprégnait, complète l'oxydation du tanin et donne au bois parvenu à ce degré ultime d'altération une coloration orange (2).

RÉSUMÉ

Les diverses phases de la formation et du dépérissement d'un Chaudron peuvent être résumées ainsi qu'il suit:

Le Chaudron provient soit de la tumeur basilaire du Balai de sorcière, soit de l'infection directe d'une branche ou du tronc. Dans ce dernier cas les débuts de la formation ne sont pas encore connus et il en sera probablement ainsi, tant qu'on ne sera pas arrivé à inoculer la maladie. Ainsi l'on n'est pas absolument certain que l'infection puisse se produire sur une pousse âgée de plusieurs années. On voit bien par l'étude anatomique des tumeurs que, dans certains cas; le bois spécial au Chaudron ne commence à apparaître que dans des couches âgées de quelques années, mais il peut se faire que le parasite reste assez longtemps cantonné dans

(1) L'eau d'ailleurs ne peut s'élever à travers le bois mort dont les trachéides ont souvent leur lumen bouché par des amas de résine et de tanin oxydé.

(2) C'est à cette décomposition qu'on donne le nom de *pourriture rouge*. Mais pour éviter toute confusion avec le bois que j'ai appelé *bois rouge*, et dont l'origine est toute différente, je préfère donner au bois atteint de cette pourriture le nom de *bois orange*.

l'écorce et le liber et n'agisse que tardivement sur l'assise cambiale.

A partir du moment où la tumeur devient apparente, sa marche peut être suivie. Le mycelium s'étendant dans le sens longitudinal aussi bien que dans le sens transversal, envahit de plus en plus les couches ligneuses à mesure qu'elles se forment. Le Chaudron, très réduit au début, finit par devenir volumineux et unilatéral, annulaire. Par suite de l'excitation dont il est le siège, excitation variable suivant les points, le cambium produit des couches ligneuses plus larges que les précédentes, sinueuses, englobant des fragments d'écorce. Ces couches sont constituées par un tissu se distinguant à plusieurs égards du tissu normal. La forme, la direction et la disposition des trachéides et des rayons sont sensiblement différentes; en outre il apparaît parfois des éléments anormaux (poches résineuses et parenchyme ligneux amylifère) occupant diverses situations dans la couche, mais placés le plus souvent au commencement de la zone de printemps. L'hypertrophie des couches chaudronnées entraîne dans les régions voisines un ralentissement de la formation libéro-ligneuse. De leur côté l'écorce et le liber acquièrent un développement inusité. Ces caractères, qui se retrouvent en partie dans la tumeur basilaire du balai de sorcière, confirment entre cette tumeur et le Chaudron une similitude d'origine déjà établie par d'autres indices.

Le cambium, après avoir eu son activité surexcitée par le parasite, finit par être détruit sur un ou plusieurs points et sur une étendue plus ou moins grande. Toute formation libéro-ligneuse est alors suspendue dans ces parties. Au bout d'un temps plus ou moins long l'écorce morte se crevasse et tombe, pendant que sur les bords de la région nécrosée des bourrelets se forment et s'avançant l'un vers l'autre, tendent à la recouvrir à l'aide d'un tissu de raccordement, mais sans qu'il y ait soudure. Il se forme ainsi dans le bois chaudronné des interruptions de tissu plus ou moins nombreuses, plus ou moins étendues et qui peuvent se renouveler à plusieurs reprises le long d'un même rayon. Sous le cambium détruit le bois se dessèche. Cette zone nécrosée se relie à la zone centrale, morte antérieurement par suite de son âge.

Le bois chaudronné vivant diffère du bois sain par une plus grande proportion de substances albuminoïdes, de tanin et de résine, ainsi que par une densité supérieure. Quand après sa

mort, il est exposé aux intempéries, il ne tarde pas à s'altérer. Le tanin et la résine qui l'imprégnaient sont entraînés par l'eau pluviale qui y pénètre. Il devient alors du *bois gris*. Perdant, par suite de cette imbibition, une partie des substances qui le préservaient de la pourriture, il constitue un milieu favorable au développement des champignons saprophytes qui le corrodent, le dessèchent et le transforment en un tissu sans consistance, de coloration orange. L'altération s'étend aux régions situées au-dessus et au-dessous du Chaudron jusqu'à une assez grande distance.

La présence du Chaudron sur un Sapin est toujours pour lui une cause de mort prématurée, car les échanges d'aliments entre les racines et les branches finissent par ne plus pouvoir s'opérer, par suite soit de la destruction du cambium sur une trop grande surface, soit de la direction contournée et enchevêtrée des éléments conducteurs, soit enfin de leur pourriture.

Tant que le cambium du Chaudron est vivant en toutes ses parties, ce qui se reconnaît à l'aspect du liber, le tissu de la tumeur n'est pas altéré, et a fortiori la décomposition du bois au-dessus et au-dessous d'elle n'a-t-elle pas commencé. En cet état on peut encore tirer un certain parti de l'arbre, même dans les régions voisines du Chaudron. Il n'en est plus ainsi quand le cambium a été détruit sur un de ses points. L'écorce morte de cette région se laisse imbiber par l'eau pluviale, qui pénètre jusque dans le bois, et alors commence la série d'altérations que j'ai décrites. Il ne faut pas attendre ce moment pour abattre l'arbre, car il n'est plus possible alors de l'utiliser d'une manière avantageuse, outre qu'il peut être brisé par le vent dans le voisinage de la tumeur. On doit donc, à moins de circonstances impérieuses, exploiter tout arbre chaudronné, mais cette obligation s'impose surtout dès qu'on reconnaît que la tumeur commence à se décortiquer.

Cette maladie est très répandue dans les sapinières, parce qu'on n'a pas soin de supprimer les Balais de sorcière, opération qui cependant n'est pas impraticable, dans bien des circonstances tout au moins. C'est au printemps ou au commencement de l'été, avant la dissémination des spores, qu'elle doit être effectuée de préférence.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

la Description et la Géographie des Lichens

PUBLIÉS EN 1892 ET 1893

Le plus important des ouvrages sur les Lichens, qui ont paru pendant cette période et même de tous ceux qui ont été édités jusqu'à ce jour, est sans contredit, du moins quant au nombre de pages qu'il contient, celui (1) qui présente dans leur ordre systématique toutes les espèces exotiques examinées ou décrites par M. Nylander. C'est un volume in-4° de 378 pages dont une cinquantaine est consacrée à la table alphabétique des noms génériques et spécifiques cités dans le cours de l'ouvrage. Le total des espèces, qui y sont énumérées, atteint 3686, et elles sont réparties en 135 genres : les titres n'en indiquent que 134, mais il faut y ajouter le genre *Schizopelte* Th. Fr., placé dans le supplément. La table, à cause des synonymes, renferme près de 6000 noms.

En tête de ce livre est une préface de M. le professeur Van Tieghem dans laquelle sont passées en revue les collections qui composent le riche herbier de Lichens du Muséum de Paris. Ces collections, du moins celles qui concernent les Lichens exotiques, forment le fond de l'ouvrage de M. l'abbé Hue ; M. Nylander y a ajouté celles qui ont été récoltées dans ces dernières années et notamment les nombreuses espèces que M. le docteur Almquist a recueillies pendant le voyage de la Véga au pôle Nord : ces dernières appartiennent à la Suède. Après cette préface vient l'énumération des ouvrages de M. le docteur Nylander sur les Lichens exotiques, puis la disposition systématique de tous les genres de Lichens tant européens qu'exotiques. Leur nombre indiqué par ces tableaux est de 159, mais l'auteur a oublié d'y placer les trois genres européens *Synalissina*, *Synalissopsis* et *Psoropsis*, puis pendant le cours de l'impression de l'ouvrage, M. Nylander a formé le genre *Crocynia* et mentionné le genre *Schizopelte* cité ci-dessus, de sorte que le total des

(1) A. Hue : *Lichenes exotici a professore W. Nylander descripti vel recogniti et in herbario Musei parisiensis pro maxima parte asservati in ordine systematico dispositi sunt.* (Nouvelles Archives du Muséum série 3, vol. II-IV, 1890-92).

genres de Lichens s'élève d'après la méthode de M. Nylander à 164, dont 62 appartiennent en propre à l'Europe. Ce total n'est pas conforme à celui qui est indiqué page 18, parce que d'une part il faut y ajouter les 3 genres mentionnés tout à l'heure comme oubliés et en retrancher *Cladopsis*, *Magmopsis*, *Stenocybe* et *Agyrium* ; ce dernier est compté dans l'énumération des Lichens exotiques, et depuis 1890 le deuxième a été signalé en Amérique et les deux derniers au Japon, de sorte qu'il y a en réalité 138 genres exotiques.

Celui de ces genres qui a le plus grand nombre d'espèces est le genre *Lecidea* ; 708 lui sont attribués. Viennent ensuite les genres *Lecanora* avec 411, *Verrucaria* avec 291, *Graphis* avec 250, *Parmelia* avec 180, etc.

Pour faciliter les déterminations, il était nécessaire de fractionner ces espèces et de les grouper autour d'une espèce type servant de point de repaire. Tous les genres un peu nombreux ont donc été divisés en *Stirps* ou groupes fondés, pour les Lichens foliacés, sur l'aspect extérieur du thalle (*Parmelia*, *Sticta*, *Physcia*, etc.) et pour ceux qui sont crustacés (*Lecanora*, *Lecidea*, *Arthonia*, etc.) sur les spores. Les dispositions employées par M. Nylander dans ses différents ouvrages, ont été en général suivies, excepté par les *Lecanora* et les *Lecidea*. Les différents groupes de ces deux genres, répondant assez bien à divers petits genres des auteurs italiens et allemands, ont été placés d'une façon qui a paru plus naturelle à l'auteur. Pour les *Lecanora*, il a d'abord mis les espèces qui ont des arthrostérigmates, puis celles qui ont des stérigmates simples, en plaçant en premier lieu, dans chacune de ces deux subdivisions, les groupes à spores simples, puis ceux chez lesquels elles se présentent avec une ou plusieurs cloisons. Les *Lecidea* ont d'abord été divisés, comme il est d'usage dans la méthode de M. Nylander, en trois sections : *Gyalecta*, *Biatora* et *Lecidea*. Comme les deux premières sections ne renferment que des espèces à spores incolores, les groupes sont fondés sur l'absence ou la présence des cloisons dans les spores et sur leur nombre. La méthode est la même pour les *Lecidea* proprement dits, seulement ils ont été d'abord subdivisés en espèces à spores incolores et en espèces à spores colorées, c'est à dire brunes ou noires.

Quelques espèces sont accompagnées d'une diagnose, faite bien entendu par M. Nylander : ce sont celles dont le nom seul avait été précédemment publié par ce savant. Pour les autres, M. l'abbé Hue indique l'endroit des ouvrages de M. Nylander ou des divers auteurs où elles ont été décrites, puis quand il y a lieu de le faire, les synonymes d'Eschweiler, Fée, Montagne, etc., et les réactions. Quant aux régions où les Lichens ont été récoltés, elles sont groupées sous ces quatres divisions : Asie, Afrique, Amérique et Océanie, de sorte que cet ouvrage est comme un tableau dans lequel on voit du premier coup-d'œil l'étendue de l'aire de la distribution géographique de chaque espèce ; si elle végète également en Europe, l'indication en est placée à la fin du paragraphe qui lui est consacré.

Plusieurs fautes ont échappé à l'auteur : il a placé le *Lecidea mauritiana* dans l'île Bourbon, au lieu de le mettre dans l'île Maurice ; il a considéré les îles de la Sonde comme appartenant à l'Océanie, ce qui est contraire aux données de la géographie actuelle, qui les rattache à l'Asie, et enfin, ce qui est plus grave, il a mis le groupe du *Lecanora badia* Ach., dont les spores sont hyalines et simples, après celui du *L. sophodes* Ach., qui les a 1-septées et brunes.

M. le docteur STIZENBERGER, qui a donné, en 1891, la monographie du genre *Ramalina*, limité aux espèces européennes, a publié l'année suivante celle des *Alectoria* (1), avec les espèces tant européennes qu'exotiques. Ce genre est divisé par l'auteur en deux sous-genres : *Oropogon* et *Bryopogon*. Le premier n'a qu'une espèce facile à reconnaître par ses spores à divisions murales, *A. loxensis* (Fée), et elle est exotique. Le second est subdivisé en 2 groupes : celui de *l'A. ochroleuca* avec 8 espèces et celui de l'*A. prolixa* qui en a 11. Sur ces 19 espèces du sous-genre *Bryopogon*, 8 sont exotiques, 3 seulement européennes et par conséquent 8 communes à l'Europe et au moins à l'une des autres parties du monde. Les *Alectoria*, dont quelques espèces sont terrestres, se suspendent le plus souvent aux branches des arbres des grandes forêts ; elles se plaisent dans les régions froides, aux environs du pôle Nord ou sur les hautes montagnes, et si on les rencontre par hasard dans la plaine, elles sont petites et rabougries. M. Stizenberger a fait suivre le nom de chacune de ces espèces et celui de leurs variétés de l'indication des synonymes, des réactions, de celle des exsiccatas, et quand il y a lieu, de remarques critiques et d'une courte description. Il n'a pas conservé l'ancien nom d'Acharius, *Alectoria jubata* ; cette espèce est partagée en deux autres espèces : *A. prolixa* Ach. et *A. implexa* Ach. L'opuscule se termine par une clef dichotomique de ces 20 espèces fondée sur les réactions et par une table alphabétique.

Un mémoire très intéressant est celui de M. le docteur BACHMANN (2), qui nous révèle la structure anatomique des Lichens calcicoles. De même que les Lichens corticoles ont été divisés, d'après le mode de végétation de leur thalle en espèces épiphléodes et en espèces hypophléodes, de même cet auteur partage ceux qui végètent sur les roches calcaires en Lichens épilithiques et en Lichens hypolitiques.

Ces derniers, dont les apothécies seules sont apparentes, possèdent cependant un thalle formé comme celui des autres Lichens des trois couches corticale, gonidiale et rhizoïdale. Rien ne décèle sa présence, si ce n'est qu'à l'endroit où il se trouve, la roche prend une couleur un peu plus sombre, et cependant il a une épaisseur qui varie, suivant les espèces, d'un quart de millimètre (*Staurothele rupifraga*) à dix millimètres

(1) Dr E. Stizenberger : *Die Alectorienarten und irhe geographische Werbreitung* (Annalen des K. K. naturhistorischen Hofmuseums. Wien, 1892).

(2) E. Bachmann : *Der Thallus der Kalkflechten* mit. 1 Tafel (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1892).

(*Aspicilia flavida* f. *cœrulans* et *Amphoridium Hochstetteri*). Chacune de ces couches a été soigneusement étudiée par l'auteur. La couche gonidiale est formée de groupes de gonidies qui affectent 3 formes : dans les thalles peu épais (*Staurothele rupifraga*), les gonidies se réunissent en masses ressemblant assez à un petit nid ; dans d'autres espèces (*Jonaspis melanocarpa* et *Prevostii*) elles forment de longs groupes filiformes, peu épais et très ramifiés ; enfin, dans celles qui ont un thalle épais (*Aspicilia flavida* f. *cœrulans*, *Sarcogyne pruinosa*, *Amphoridium Hochstetteri*, etc.), les gonidies sont moniliformes, placées sur plusieurs rangs d'une façon parallèle, et ces rangs sont séparés les uns des autres par de larges espaces de calcaire. Chaque groupe de gonidies est entouré d'une enveloppe d'hyphes dont les unes pénètrent dans leur milieu et les autres se mettent en relation avec les hyphes du groupe voisin. La couche corticale, souvent colorée dans le haut, est formée d'hyphes dont la structure est la même que celle du cortex des Lichens épilithiques ; elle est plus ou moins lacuneuse, plus ou moins interrompue par des masses de calcaire, suivant la disposition des groupes de gonidies qu'elle recouvre. La couche rhizoïdale est également composée d'hyphes, lesquelles forment un lacis plus ou moins serré et se présentent sous une triple forme ; elles sont ou cylindriques ou doliiformes ou encore sphériques. Enfin l'apothécie, soit qu'elle appartienne à un Lichen angiocarpe ou à une espèce gymnocarpe, naît toujours dans l'intérieur de la pierre, dans la couche gonidiale ; elle s'élève vers la surface de la roche à mesure qu'elle grossit, et ce n'est qu'après l'avoir atteinte qu'elle prend la forme qui lui est propre. Enfin, pour terminer ce qui regarde les Lichens endolithiques, nous dirons que M. Bachmann regarde les hyphes comme douées de la faculté de sécréter une matière qui dissout le calcaire.

Pour ce qui concerne les Lichens épilithiques, cet auteur nous révèle une particularité fort remarquable : ils enfoncent dans le calcaire une couche rhizoïdale beaucoup plus épaisse que leur thalle qui végète sur la pierre. Ainsi, dans l'*Aspicilia calcarea* l'épaisseur du thalle est de 0,100 - 150 millim., et dans le *Lithoicea nigrescens* elle ne dépasse pas 0,60 millim., tandis que dans le premier la couche rhizoïdale atteint 3 millim. et dans le second 1 millim. A ces rhizines, souvent pourvues comme celles des Lichens endolithiques, de cellules sphéroïdales, se mêlent des gonidies irrégulièrement distribuées.

Dans un autre Mémoire (1) paru quelques mois après celui-ci et plus considérable, M. le docteur Bachmann, après avoir donné des détails généraux sur les Lichens calcicoles, décrit 6 espèces de Lichens endolithiques et 2 d'épilithiques.

Nous allons maintenant passer en revue les diverses publications qui, pendant ces deux années, ont eu pour objet les Lichens des différentes parties du monde. En commençant par l'Europe et par la France, nous

(1) E. Bachmann : *Der Thallus der Kalkflechten*, mit 1, Tafel. Plauen, 1892.

signalerons d'abord l'énumération de 156 espèces récoltées par M. l'abbé Hue (1) dans les environs de Paris. Elles proviennent de quatre localités différentes, de Moret-sur-Loing, situé sur la lisière de la forêt de Fontainebleau, puis de Lorrez-le-Bocage, Palley et Nantau-sur-Lunain, toutes trois dans la vallée du Lunain et à l'extrémité méridionale de la région que Cosson et Germain de Saint-Pierre regardaient comme formant « les Environs de Paris ». Ceux de ces Lichens qui sont saxicoles appartiennent pour le plus grand nombre aux roches calcaires ; les autres viennent des grès disséminés vers le haut du coteau de Palley ou formant dans les bois de Nantau des chaînes qui autrefois devaient être reliées à celles de la forêt de Fontainebleau : les espèces qui couvrent ces derniers grès sont celles que l'on peut récolter sur les grès de Fontainebleau. Les herborisations de l'auteur ont enrichi la flore parisienne de quelques espèces qui n'y avaient pas encore été observées : *Lecanora æquatula* Nyl., *Platygrapha periclea* Nyl., puis *Lecanora crassa* var. *Dufourei* Schœr. et *L. glaucocarpa* f. *conspersa* Fr. On ne peut plus recueillir à Moret l'*Ompharia pulvinata* (Schœr.) que M. Nylander a publié dans son *Herbarium Lichenum parisiensium* ; le petit coteau où se trouvait cette espèce a été abattu.

Le même auteur nous conduit ensuite dans la basse Normandie avec un Mémoire(2) couronné par l'Académie des sciences en 1892. Les Lichens de Canisy, au nombre de 281, montrent combien le climat humide de la Normandie favorise le développement de ces végétaux et en même temps que l'air est très pur dans cette région. Ils ont été récoltés sur un territoire restreint, car l'explorateur ne s'est guère éloigné de plus de 4 kilomètres de Canisy, et toujours ils ont été trouvés dans un bel état de végétation ; certains même que l'on voit ordinairement stériles, ont été recueillis avec des apothécies, par exemple le *Pertusaria globulifera* Nyl. Les espèces saxicoles sont rares, parce que les schistes, seules roches de cette région, sont presque toujours recouverts par le sol. Mais en revanche les Lichens argilicoles sont nombreux, couvrant de grandes superficies et parfois des murs entiers. Là se sont présentés à l'auteur quelques formes nouvelles : *Lecanora scabra* var. *canasiensis* et *Verrucaria muscicola* f. *terrestris*, et une espèce qui n'avait encore été observée qu'en Angleterre, *Lecidea continuior* Nyl. Une petite florule qui ne manquerait pas d'intérêt et que l'on extrairait facilement de ce travail serait celle des barrières. Dans cette partie de la Normandie, chaque propriétaire enclôt son champ ou sa prairie, et les ferme par une barrière en bois de chêne, laquelle ne tarde pas à se couvrir de Lichens. Sur plusieurs d'entre-elles et dans des communes différentes a été recueilli

(1) Abbé Hue : *Lichens des environs de Paris. I. — Moret-sur-Loing, Lorrez-le-Bocage, Palley et Nantau-sur-Lunain* (Bulletin de la Société botanique de France, 1893).

(2) Abbé Hue : *Les Lichens de Canisy (Manche) et des environs* (Journal de Botanique, 1890-1892).

le *Trachylia tympanella* Fr., qui est nouveau pour la Flore normande. En parcourant ce petit volume, on voit avec quelle facilité certaines espèces passent de leur substratum habituel sur un objet d'une tout autre nature, uniquement parce qu'il se trouve tout près d'elles, par exemple le *Parmelia sulcata* Tayl. passe des gaulettes d'un espalier sur l'argile du mur qui les supporte, le *Lecidea alboatra* Hoffm. du tronc d'un arbre qui sert de poteau à une barrière sur la barrière elle-même, l'*Urceolaria scruposa* Ach. de l'argile du mur sur les poutres qui y sont enchassées. Il est remarquable que le *Parmelia Acetabulum* Dub., commun dans toute la Normandie, n'ait pas été vu une seule fois dans les environs de Canisy, tandis qu'on y trouve les *Ramalina cuspidata* et *scopulorum* qui sont de la région maritime. L'auteur ne s'est pas contenté de donner l'énumération des espèces qu'il a récoltées ; souvent il les a décrites, en a indiqué la mesure des spores et il a fait des remarques critiques sur celles qui sont litigieuses, comme *Ramalina evernioides* Nyl., *Peltigera rufescens* Hoffm., *Lecanora conferta* (Dub.), etc. La consciencieuse étude du territoire de Canisy et des communes limitrophes lui a permis d'ajouter un certain nombre d'espèces au *Catalogue des Lichens de Normandie* de M. Malbranche ; en plus de celles qui ont été mentionnées ci-dessus, nous citerons *Lecanora atrocinera* Nyl. et *L. chlarotera* Nyl. *Plyctis argena* Nyl., les *Lecidea sylvana* et *trachona* Nyl., les *Graphis inustula* Nyl., et *Lyellii* Sm., etc. : le premier de ces *Graphis* était jusqu'alors une espèce anglaise ; le second, qui est rare en France, n'avait été récolté que dans les Landes et en Bretagne. M. l'abbé Olivier, *Flore des Lichens de l'Orne*, p. 240, l'a placé, il est vrai, au nombre des Lichens normands, mais il l'a fait en confondant Saint-Sever (Landes) avec Saint-Sever (Calvados).

M. l'abbé Olivier, que je viens de mentionner, est l'auteur d'une autre publication lichénologique (1) concernant la Normandie : dans ce supplément à sa *Flore des Lichens de l'Orne*, cet auteur cite quelques formes ou variétés nouvelles d'après lui et quelques espèces prises dans le *Supplément au Catalogue des Lichens de Normandie* de M. Malbranche (1881) paru avant la publication de sa *Flore* (1882-1884). Arrivé en genre *Pertusaria*, M. l'abbé Olivier renvoie le lecteur à son *Etude sur les Pertusaria de la Flore française* éditée en janvier 1890, et il ajoute : « Je n'ai rien à y changer ». Cependant, au printemps de cette même année, je lui ai envoyé un Mémoire (2) rectifiant les erreurs contenues dans son « *Etude* ».

Du reste l'examen de son dernier travail, si je le faisais ici, ne servirait qu'à confirmer cette double assertion. Il n'y a pas lieu de nous y arrêter, mais je ferai remarquer que cet auteur n'est pas encore réconcilié avec la géographie. Tout à l'heure j'ai cité une confusion entre les deux

(1) Abbé Olivier : *Supplément à la flore des Lichens de l'Orne*. (Revue de Botanique, février et mars 1892).

(2) Abbé Hue : *Les Pertusaria de la Flore française*, 1890.

Saint-Sever, et voilà que dans son *Supplément*. il place Vire sur les bords de la mer. A la page 6. sous le *Ramalina evernioides* Nyl., on lit : « Rochers maritimes Vire (d'Isigny) ». M. Nylander *Recogn. Ramal*, p. 55, a bien cité Vire (d'Isigny) pour cette espèce qui est ordinairement corticole dans notre région, et qui l'est à Vire, mais il n'a pas parlé des « rochers maritimes » de cette ville.

A la page 25 de son *Supplément*, cet auteur cite M. Ch. Decuillé, nom qui nous fait passer de la Normandie dans l'Anjou. M. Decuillé (1) énumère environ 260 espèces de Lichens qu'il a récoltés aux environs d'Angers, ce qui prouve que cette région est très riche en ces cryptogames. Mais, cet auteur, comme il appert par plusieurs passages de son ouvrage, a pris M. l'abbé Olivier pour guide dans ses débuts dans la lichénographie, et fatalement il est tombé dans bien erreurs. Comme j'ai herborisé avec M. l'abbé Hy dans les localités visitées par M. Decuillé, je puis affirmer que le *Lecanora cinerea* Nyl. est une fausse détermination et qu'il faut *L. intermutans* Nyl. Il en est de même du *Buellia leptoclinis* Koerb., lequel n'a pas encore été récolté en France ; l'exsiccata n° 39 de M. l'abbé Olivier qui porte ce nom est le *Lecidea superans* Nyl., comme celui de M. Decuillé. Le *Lecanora rabelliana* Ach. végète très bien sur les bords de l'étang Saint-Nicolas ; l'auteur l'a omis et l'aura placé sous un autre nom.

Sans quitter Angers nous rentrons avec M. l'abbé Hy (2) dans le domaine de la véritable science. Ce savant professeur de l'Université catholique a publié, quelques mois avant l'apparition du Catalogue de M. Decuillé, la première partie d'un travail qui sera assez considérable: elle comprend seulement les Phyco-Lichens au nombre de 42. Dans l'introduction, cet auteur, partisan de la doctrine qui regarde les Lichens comme formés d'une Algue et d'un Champignon vivant en symbiose, montre que ces cryptogames, tout en étant rattachés aux Champignons, demeurent toujours distincts de ceux-ci par la présence dans leur thalle de cellules contenant de la chlorophylle. Il regarde l'union de l'Algue et du Champignon non comme le résultat de circonstances purement fortuites, mais comme provenant d'une convenance parfaite entre les deux conjoints, l'Algue ou gonidie subissant une sorte d'adaptation, qui fait qu'elle n'est pas absolument semblable aux Algues vivant en liberté. Plusieurs innovations sont à signaler dans cet intéressant travail. Le *Sirosiphon saxicola* des Lichénologues représente simplement l'Algue nourricière du Lichen en question, et quand elle est lichénisée elle doit prendre un autre nom : M. l'abbé Hy propose celui de *Spilonema pannosum*, qui est le *Stigonema pannosum* Kutzing. L'*Omphalaria coralloides* compté par M. Nylander au nombre des *Omphalaria* doit en être

(1) Ch. Decuillé : *Lichens récoltés aux environs d'Angers* (Bulletin de la Société d'études scientifiques d'Angers, I, 1892). Tirage à part de 89 pages, paru en 1893

(2) Abbé Hy : *Essai sur les Lichens de l'Anjou* (Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, 1893).

séparé et rendu à l'ancien genre de Massalongo, *Peccania*, à cause de son thalle subfruticuleux ; une étude plus approfondie que j'ai faite tout récemment de cette espèce confirme l'opinion de M. l'abbé Hy. Enfin, le genre *Collemodium* Nyl. rentre dans une des sections opérées dans le genre *Leptogium*, et un autre genre de M. Nylander, *Collemopsis*, doit par raison de priorité, s'appeler *Psorotichia* Mass. L'examen attentif des rochers de l'Anjou a fourni à l'auteur plusieurs espèces nouvelles parmi ces Lichens à thalle si petit qu'on l'aperçoit à peine à l'œil nu : *Collema microgonimum* à spores simples et à gonimies très petites ; *Leptogium andegavense*, *bellopratense* et *nemorale*, à thalle épais, comme celui des *Collema*, mais ayant au moins quelques traces d'une couche corticale, et enfin les *Psorotichia rufescens* et *geophila*. Ce travail si soigné fait désirer qur M. l'abbé Hy continue bien vite à nous faire connaître les Lichens de l'Anjou.

Avançons un peu plus vers l'Ouest pour signaler la liste des *Parmelia* et des *Physcia* de la Bretagne et de la Vendée, publiée par le savant professeur de l'Ecole de Médecine de Nantes, M. le docteur Viaud-Grand-Marais (1). Cet auteur énumère, avec l'indication des réactions, 22 espèces de *Parmelia* et 16 de *Physcia*. Dans une note de la page 1 de son travail, il donne les titres des travaux publiés sur les Lichens de la région et en particulier celui du *Catalogue des Lichens des Deux-Sèvres*, par M. Richard. Pourquoi alors avoir passé sous silence le *Parmelia sorediians* Nyl., espèce propre aux Pyrénées-Orientales et à la Vendée, et le *P. physodes* var. *tubulosa* Schœr., qui sont indiqués dans ce Catalogue. Le bel ouvrage des frères Crouan, *Florule du Finistère*, aurait bien mérité d'être compris dans les travaux concernant les Lichens de la Bretagne ; car il renferme la liste des Lichens de ce département. Si M. Viaud-Grand-Marais l'avait consulté, il y aurait vu que le *Parmelia pertusa* Schœr. se trouve non seulement dans les îles bretonnes, mais encore sur le continent, dans les environs de Brest. Enfin il exclut de sa liste le *Parmelia Mougeotii* Schœr., tandis que M. l'abbé de La Godelinais (2) prétend l'avoir récolté dans son département. Cette assertion aurait pu être citée, ou ce qui aurait été préférable, elle aurait pu être vérifiée, les Lichens de ce botaniste se trouvant en la possession de M. l'abbé Hy. La même observation peut être faite à propos de l'ouvrage d'un autre lichénologue breton, M. l'abbé Dominique (3), qui affirme avoir trouvé de son côté ce même *Parmelia* en face de l'île de Noirmoutier : la réaction que cet auteur indique est incomplète et laisse un doute sur l'exactitude de son assertion.

(1) Dr Viaud-Grand-Marais : *Note sur les Parmelia et les Physcia de l'Ouest.* (Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France, 1892).

(2) Abbé de la Godelinais : *Catalogue des Mousses, Hépatiques et Lichens du département d'Ille-et-Vilaine*, 1881.

(3) Abbé Dominique : *Catalogue annoté des Lichens du littoral de la baie de Bourgneuf*, 1884.

Quittant enfin l'Ouest, nous traversons toute la France sans y rien glaner et nous arrivons dans le Dauphiné où nous signalerons les herborisations de l'infatigable M. l'abbé Ravaud dans les montagnes de l'Oisans et du Lautaret (1). Les noms des Lichens qu'il a récoltés dans chaque course sont mêlés à ceux des Phanérogames et des Mousses. Néanmoins ces listes disséminées çà et là dans le cours de la brochure sont intéressantes à parcourir. On y remarque quelques raretés, les *Glypholecia rhagadiosa* Ach., *Squamaria idiocarpa* Duf., etc. ; le *Calicium inquinans* Pers. (*Trachylia stigonella* Fr.) qui se trouve ordinairement sur le thalle des *Pertusaria* a été observé sur le *Peltigera canina*. M. l'abbé Ravaud regarde le *Pertusaria Westringii* Ach. comme n'étant peut-être qu'une transformation accidentelle du *Lecanora parella* Ach. Ces deux espèces ne sauraient être assimilées, car elles n'ont pas la même réaction. Cet auteur cite plusieurs fois le *Lecanora oreina* Ach. ; il aurait dû écrire, je crois, *L. Mougeotioides* Nyl, car le premier habite exclusivement les régions froides de l'Europe. Enfin, comme M. l'abbé Ravaud emprunte les noms de ses Lichens à différentes nomenclatures, il cite quelquefois la même espèce sous des noms différents, par exemple l'*Umbilicaria atropruinosa* Schœr. et l'*U. leiocarpa* DC., sont l'un et l'autre synonymes de l'*Agyrophora atropruinosa* Nyl.

Si des Alpes dauphinoises nous gagnons la Lorraine, nous y trouvons deux nouveaux fascicules d'exsiccatas continuant la publication de M. l'abbé Harmand (2). Sous le n° 159 bis on y voit un *Cladonia* qui porte le nom de *Cl. subcariosa* Nyl., espèce qui jusqu'alors n'a été récoltée que dans l'île de Cuba et au Japon. Cet échantillon lorrain ne ressemble nullement à la description du *Cl. subcariosa* Nyl., les folioles du thalle étant, dans le Lichen de M. l'abbé Harmand, plus allongées et plus larges que ne l'indique M. Nylander, et surtout les podétions prenant naissance sur ces folioles, comme dans le *Cl. alcicornis* ; c'est donc près de ce dernier que l'on doit choisir la place de cet échantillon, nettement indiquée du reste par sa réaction par la potasse, car du jaune il passe au rouge sang. C'est donc le *Cladonia firma* Nyl., et l'intérêt qu'il présente est encore assez grand, car cette rare espèce n'est pas souvent récoltée avec des fruits. Il faut encore mentionner en Lorraine un Mémoire (3) énumérant ou décrivant 44 espèces de Lichens recueillis, à 3 ou 4 lieues de Nancy, sur des grèves ou cailloux roulés, assez récemment abandonnées par la Moselle. Ces grèves sont appelées à disparaître bientôt : ou bien la Moselle, dans un de ces caprices dont elle est cou-

(1) Abbé Ravaud : *Guide du botaniste dans le Dauphiné*, 12e excursion, Grenoble, 1892.

(2) Abbé Harmand : *Lichenes in Lotharingia*. Fascicules 11 et 12.

(3) Abbé Hue : *Lichens des grèves de la Moselle, entre Méréville et Pont-Saint-Vincent, Messein et Neuves-Maisons* (Meurthe-et-Moselle) (Bulletin de la Société botanique de France, 1892).

tumière à cet endroit, les reprendra, ou bien les Mousses et les Phanérogames les transformeront en prairie. Il y avait donc un réel intérêt scientifique à faire connaître cette végétation rapidement formée, et dans quelques années, si cette rivière forme de nouvelles grèves, il sera encore intéressant de voir si on y retrouve les mêmes espèces. La plupart de ces Lichens sont communs ; cependant le *Lecanora elegans* Ach., qui s'y est présenté sous deux formes, est rare dans le département de Meurthe-et-Moselle, et les *Stereocaulon alpinum* et *Lecidea pauperrima* Th. Fr. n'y avaient pas encore été observés.

En Belgique, où l'étude des Lichens paraît florissante en ce moment, nous citerons d'abord le travail de MM. Dens et Pietquin (1) qui ont entrepris la publication d'une flore des Lichens de la Belgique. En 1890 ils avaient signalé pour cette contrée 113 espèces de Lichens et 56 formes ou variétés. Dans le second Mémoire paru en 1892, ils ajoutent 57 espèces et 38 variétés, ce qui, d'après ces auteurs, porte le total des premières à 170 et celui des secondes à 94. Ils avancent que 23 de ces espèces leur *paraissent* nouvelles. En parlant ainsi, ils ont agi sagement, car à la page 219 de la *Flore cryptogamique des Flandres* de Kickx se trouvent *Parmelia aspera* Mass. et à la page 263 le *Biatora pyracea* Hepp, respectivement synonymes du *Parmelia exasperata* Nyl. et du *Caloplaca pyracea* Th. Fr., que MM. Dens et Pietquin marquent comme nouveaux pour la flore belge. M. Tonglet (2), très zélé cependant pour l'étude des Lichens, est tombé dans la même faute. Sur 13 Lichens qu'il publie comme nouveaux pour cette flore, deux se trouvent dans l'ouvrage de Kickx, le *Sarcogyne pruinosa* Koerb. et le *Lecidea alboatra* Nyl. Pour ce dernier, je dois reconnaître que M. Tonglet donne une variété non citée dans la *Flore cryptogamique des Flandres*. Les 6 dernières espèces de cet auteur ont été publiées après l'apparition du Catalogue de MM. Dens et Pietquin, et par conséquent le total des Lichens belges est en ce moment de 176. La contrée que ce lichénologue explore (la vallée de la Meuse vers Dinant) est très riche en Lichens, et je ne doute pas qu'il n'y fasse encore des découvertes intéressantes. Sous le rapport de l'orthographe ou de l'impression, des reproches doivent être adressés à M. Tonglet, au moins pour son second Mémoire, ainsi qu'à M. Decuillé, dont nous avons parlé dans l'Anjou. Quant à MM. Dens et Pietquin, l'orthographe de leurs noms génériques et spécifiques est en général mieux soignée, mais il est difficile d'admettre leur manière d'indiquer la mesure des spores, par exemple p. 312, « Spores... 10 - 13 = 8 - 10 ; ce signe entre deux chiffres signifie l'égalité : et pourquoi ne pas dire qu'il s'agit ici de micromilli-

(1) G. Dens et F. Pietquin : *Catalogue annoté des Lichens observés en Belgique.* (Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, 1891).

(2) A. Tonglet : *Notice sur sept Lichens nouveaux pour la Flore de Belgique* et *Notice sur six Lichens nouveaux pour la Flore de Belgique.* (Même bulletin 1891 et 1892).

mètres ou de millièmes de millimètres. Je sais qu'à la page 507, ces auteurs l'ont dit, mais alors sous une forme très acceptable : « 4 ou 5 micromillimètres de diamètre ». Il faut encore faire remarquer que les synonymes cités par ces auteurs belges, ainsi que par M. Deuillé sont empruntés à des ouvrages dont l'autorité est parfois suspecte et que les échantillons originaux n'ont pas été vus par eux. Leurs descriptions et leurs remarques ne doivent être admises qu'après un sérieux examen ; elle ne sont pas toujours puisées aux sources les plus pures. Pour terminer ce qui regarde la Belgique, il nous reste à parler de deux Mémoires ne s'occupant l'un et l'autre que d'une seule espèce de Lichens. En 1890 une violente tempête qui ravagea le vilayet de Diarbékir, transporta dans la région du Djebel-el-Ooffet une grande quantité d'une « substance alimentaire » que les Kurdes de Mésopotamie désignent sous le nom de « Pain du ciel ». Dans les quelques échantillons de cette substance envoyés à l'Académie royale de Belgique, M. le professeur ERRERA (1) a reconnu le *Lecanora esculenta* Eversm., dont il fait l'analyse anatomique et chimique. Il en résulte que ce Lichen, regardé par quelques auteurs comme étant la manne des Hébreux, ne contient que fort peu d'éléments nutritifs. Mais il est d'autres substances que l'on a assimilées à cette manne ; M. Errera ne cite que les exsudats sucrés provenant de différents arbres. Un botaniste distingué de Rouen, M. NIEL, dans une charmante brochure parue en 1892 (2) rappelle qu'en 1845 le docteur Arthaud recevait, sous le nom de manne, de l'Asie-Mineure, des tubercules qu'il regardait comme étant une sorte de Truffe, et que plus récemment en 1892, M. Chatin, le savant membre de l'Institut, parlait à la Société botanique de France des *Terfas* ou Truffes d'Afrique, qui ne diffèrent probablement pas des tubercules de M. Arthaud : ces Truffes paraissent plus nutritives que le *Lecanora esculenta*. Quoi qu'il en soit, je crois qu'il faut adopter la conclusion de M. Niel, et qu'il est à craindre « que la composition de la Manne des Hébreux ne reste à jamais le secret de la Providence. » L'autre Mémoire est celui de M. BOMMER (3) sur le *Verrucaria consequens* Nyl., parasite des Balanes vivantes et récolté par cet auteur en Hollande. L'aire de la végétation de cette espèce est un peu plus étendue en France que ne l'indique ce savant, puisqu'elle descend dans la Loire-Inférieure plus bas que le Croisic, où M. Bornet l'a observée sur les Coquilles du *Purpura Lapillus* : M. Richard l'a recueillie à Saint-Michel-Chef-Chef (4). M. Bommer regarde ce *Verrucaria* comme spécifiquement distinct du *V. littoralis* Tayl. ; du reste dans

(1) L. Errera : *Sur le* « Pain du Ciel » *provenant du Diarbekir*, Bruxelles, 1893.

(2) E. Niel : *Recherches sur la nature de la manne des Hébreux*, Rouen, 1892.

(3) Ch. Bommer : *Note sur le Verrucaria consequens* Nyl., avec 1 pl. (Annales de la Société belge de Microscopie).

(4) L'abbé Dominique : *Catalogue annoté des Lichens de la baie de Bourgneuf*, page 35.

le premier le pyrénium est dimidié (1) et dans le second il est entier (2). L'auteur décrit minutieusement toutes les parties de ce Lichen et regarde ses gonidies comme appartenant à l'*Hyella cæspitosa*, et ses hyphes, qui ont été découvertes et décrites par MM. Bornet et Flahault (3) sous le nom d'*Ostracoblabe implexa*, comme se rapportant à des Champignons ascomycètes. Mais d'autres filaments se rencontrent dans le thalle de ce *Verrucaria*, ils sont très différents des premiers et M. Bommer se demande s'ils appartiennent à la Nostocacée citée plus haut ou à un Champignon pyrenomycète. Deux champignons contribueraient donc à former le *Verrucaria consequens*, comme aussi d'après M. Bornet il contiendrait deux Algues différentes : *Hyella cæspitosa* et *Mastigocoleus testarum*; M. Bommer n'a pas rencontré la seconde de ces Algues. Cet auteur s'étonne que ni M. Nylander ni M. Weddell, en décrivant le *V. consequens*, n'aient pas parlé du pore par lequel s'ouvre le pyrénium ; c'est à tort, car le pore ou épithécium est décrit dans les caractères généraux du genre *Verrucaria* (4).

(1) W. Nylander : in *Flora*, 1864, p. 357.

(2) W. Leighton : *The Lichen-Flora of Great Britain*, 3ème éd., p. 470, et *The bristish species of angiocarpous Lichens*, pl. XX, fig. 2.

(3) E. Bornet : *Note sur l'Ostracoblable implexa* Born. et Flah. (Journal de Bot., 1er décembre 1891).

(4) W. Nylander : *Expositio synoptica Pyrenocarpeorum*, p. 17.

(A suivre). A. Hue.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

Les phénomènes d'osmose qui se produisent entre une cellule et le milieu liquide où cette cellule se trouve peuvent, on le sait, être artificiellement reproduits; il suffit de mettre en contact certains liquides. Lorsqu'on fait tomber, par exemple, dans une solution de ferrocyanure de potassium, une goutte d'une solution de sulfate de cuivre, il se forme autour de cette goutte une membrane de dépôt constituée par du ferrocyanure de cuivre. Cette membrane, ainsi que toutes celles formées par le même procédé (tannate de gélatine par exemple), ont les propriétés osmotiques des membranes plasmiques : très perméables pour l'eau, elles sont au contraire généralement imperméables à certaines substances, telles que beaucoup de matières colorantes, le sucre de canne, etc.

M. Traube qui, le premier, en 1865, constata ce fait curieux, intéressant surtout en ce que son étude peut faciliter celle de la perméabilité des parois cellulaires, l'expliqua en admettant que les membranes de dépôt présentent des pores de différentes grandeurs. Ces pores ne donneraient alors passage à un corps déterminé qu'au cas où ils seraient plus grands que le volume moléculaire de ce corps. Les membranes de dépôt seraient ainsi des sortes de cribles d'atomes.

Mais, depuis longtemps déjà, par des preuves très convaincantes, M. Pfeffer a réfuté cette hypothèse, et démontré que le passage d'un corps à travers les membranes dont il s'agit ne dépend pas exclusivement des dimensions des interstices. Le résultat, positif ou négatif, des recherches osmotiques faites, soit avec différents corps et une même membrane, soit inversement avec différentes membranes et un même corps, n'est nullement en rapport avec la grandeur de la molécule dissoute. Dans certaines conditions, en effet, une même molécule peut très bien pénétrer à travers des pores étroits et ne pas traverser des pores plus larges.

M. Fünfstück (1), dans un article tout récent, appuie encore de quelques observations les arguments de M. Pfeffer.

(1) M. Fünfstück : *Ueber die Permeabilität der Niederschlagsmembranen*, (Berichte der deutschen Gesellschaft, 1893).

L'auteur rappelle ce fait connu que le coton, pour être coloré par l'alizarine précipitée, doit être, au préalable, imprégné de mordants tels que l'oxyde de chrome, l'oxyde de fer, etc.

Or, il est bien certain qu'alors ce n'est pas le fil qui, en réalité, absorbe la matière colorante, c'est le mordant; celui-ci pénètre entre les interstices du coton — sans que, d'ailleurs, comme l'a montré M. Spohn, aucune combinaison chimique ait lieu — et, à son tour, dans les lacunes laissées entre ses éléments, s'imprègne de l'alizarine.

Il suit de là, fait remarquer M. Fünfstück, que les interstices du coton doivent être plus grands que ceux du mordant, puisque c'est à leur intérieur que se loge ce dernier. Cependant, nous voyons que le colorant pénètre très bien dans les pores étroits de ce mordant, tandis qu'il ne traversait pas tout à l'heure les pores plus largement ouverts du fil. Il y a donc, dans la perméabilité d'une substance, autre chose à considérer que les dimensions des intervalles laissés entre des molécules ou des assemblages de molécules. Quelle est cette autre chose? C'est ce qui reste encore à déterminer.

En tout cas, quel que soit ce mécanisme en vertu duquel ils se produisent, il n'est pas douteux que les phénomènes osmotiques, en se réalisant dans la cellule, sont la source d'un certain travail, auquel s'ajoute celui qui provient de la transformation de la chaleur mise en liberté. La justesse de cette remarque, faite maintes fois par M. Pfeffer, est démontrée par les calculs très précis de M. Rodewald (1).

M. Rodewald, se basant sur les recherches de M. Van T'Hoff, qui a montré qu'au point de vue de la pression osmotique les lois des solutions sont les mêmes que celles des gaz, prend pour point de départ de ses calculs la formule qui contient les trois lois de Boyle, de Gay-Lussac et d'Avogadro : $PV = 845\ T$ (P étant la pression osmotique, V le volume de la solution, et T la température).

Cette formule lui sert à déterminer la valeur de P dans l'équation $\delta L = P\, d\, V$, où L représente le travail et δL l'augmentation de ce travail correspondant à l'augmentation de volume δV.

Il constate ainsi que, lorsque des plantes plongeant dans l'eau à 15° absorbent 1 kilog. de saccharose, le travail produit par suite de l'osmose n'est, au maximum, que de 2920320 kilogrammètres, c'est-à-dire correspondant seulement à 0,521 % de toute la chaleur de combustion du saccharose; et les transformations ultérieures de sucre importent peu, car la pression osmotique ne dépend pas de la qualité, mais du nombre des molécules.

Le travail résultant de la transformation de la chaleur libre n'atteint jamais, non plus, le maximum, chez les plantes submergées, ni chez

(1) H. Rodewald : *Ueber die durch osmotische Vorgänge mögliche Arbeitsleistung der Pflanzen* (Ber. der deut. bot. Ges. 1892).

celles qui, étant à l'air libre, peuvent évaporer. Chez ces dernières, la chaleur libre transformée ne dépasse pas 0,004433 %.

Dans toutes les discussions que nous avons jusqu'ici résumées, au sujet de l'accroissement de la cellule, on a pu remarquer que deux théories seules ont toujours paru mises en présence : celle de l'intussusception, qui rallie aujourd'hui le plus grand nombre de partisans, et celle de l'apposition. Il ne doit pas être oublié cependant qu'à côté de ces deux théories s'en est élevée, il y a quelque temps déjà, une autre conçue et soutenue par M. Wiesner (1).

Suivant cette troisième théorie, la membrane, tout comme le cytoplasme, les grains de chlorophylle ou le noyau, renfermerait des éléments vivants, ou *plasomes*, qui auraient la propriété d'assimiler, de croître et de se diviser, et qui seraient liés entre eux comme le sont les cellules dans l'ensemble d'un tissu.

De même qu'un tissu, dit M. Wiesner, s'accroît par la division de chacune de ses cellules, une cellule s'accroît par la division de chacun de ses plasomes. La vie seule pouvant engendrer la vie, aucun plasome ne se forme autrement que par la bi-partition d'un autre élément semblable.

On voit la différence que présente cette théorie avec celle de Nägeli, où les micelles nouveaux se forment, de toutes pièces, entre les micelles préexistants, et où ceux-ci, lorsqu'ils augmentent de volume, ne peuvent s'agrandir que par apposition, à la manière d'un cristal. Etant des éléments vivants, les plasomes, non-seulement se divisent — ce que ne font pas les micelles — mais, en outre, ont la faculté d'absorber ou de transformer les substances minérales ou organiques qui leur sont offertes.

L'accroissement de la membrane, en résumé, a donc lieu par la division des plasomes qui, eux-mêmes, s'accroissent, chacun séparément, par assimilation.

M. Wiesner, néanmoins, ne considère nullement comme impossible que l'augmentation de volume de la cellule ait en même temps, pour cause accessoire, la tension interne. Le développement, en surface, de l'épiderme d'une feuille est parfois dû, non-seulement à la division des cellules, mais à la pression exercée de l'intérieur par le parenchyme; il se peut que, d'une façon analogue, le cytoplasme de la cellule distende la membrane, indépendamment de la division des plasomes.

Il faut bien répéter que les idées de M. Wiesner sur l'existence et le rôle des plasomes dans la membrane cellulaire sont loin d'être

(1) Wiesner : *Untersuchungen uber die Organisation der vegetabilischen Zellhaut* (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissenschaften zu Wien, 1886). — *Versuch einer Erklärung der Wachsthums der Pflanzenzelle* (Sitzungsanzeiger der math. nat. Cl. der kais. Akademie d. Wiss. zu Wien — Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft, juillet 1890). — *Die Elementarstructur und das Wachsthum der lebeden Substanz*. Vienne. 1892.

acceptées dès aujourd'hui par tous les auteurs. M. PFEFFER (1), entre autres, dans l'intéressant examen critique qu'il consacre au mécanisme de l'accroissement, au cours d'une étude générale sur l'énergétique, conteste qu'on ait encore actuellement, d'une manière certaine, reconnu de la substance vivante dans la membrane.

Mais cette présence des plasomes dans la paroi cellulaire n'est, à vrai dire, qu'un des côtés de l'hypothèse de M. Wiesner. On peut mettre en doute ce point particulier et, en même temps, admettre — ce qui est l'idée fondamentale de la théorie — que le cytoplasme, le noyau, en un mot toutes les parties vivantes de la cellule sont constitués par la réunion de ces plasomes. Avec cette restriction, c'est-à-dire en laissant de côté la question de savoir s'il y a ou non du protoplasme dans la paroi cellulaire l'opinion de M. Wiesner paraît rallier un plus grand nombre de partisans.

M. DETMER (2) considère comme un progrès important fait dans la connaissance de la substance vivante l'idée que les éléments constituants ont la propriété de s'accroître et de se diviser. Introduisant dans la théorie de Nägeli cette donnée nouvelle, il considère le protoplasme comme formé de *micelles plasmiques*, — qui, à part le nom, ont de grandes ressemblances avec les plasomes.

Ces éléments, quel que soit le terme qui les désigne, doivent varier, pense M. Detmer, avec chaque espèce de plante, et aussi, à un degré moindre, différer dans chaque organe. Les parties constituantes du noyau, par exemple, ne sont certainement pas les mêmes dans la racine, la tige et la fleur d'une espèce donnée; elles ne sont pas davantage identiques dans les organes correspondants de plantes différentes. Ainsi que l'a déjà depuis longtemps fait remarquer M. Sachs, les dis-

(1) Pfeffer : *Studien zur Energetik der Pflanze* (Abhandl der K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft. Leipzig, 1892).

Dans ce mémoire, que nous signalons à propos de la théorie de M. Wiesner, mais que nous pourrions tout aussi bien citer à l'occasion de quelques autres des recherches analysées ici, M. Pfeffer s'est proposé : 1° de rechercher comment l'énergie prend naissance dans la plante, soit par suite de la transformation des substances qui y sont contenues, soit par suite de la transformation de l'énergie rayonnante ; 2° de se rendre compte du mode suivant lequel l'énergie, une fois produite, amène l'accomplissement des différentes fonctions, telles qu'accroissement, mouvements, transport de l'eau, migration des principes immédiats.

Les remarques judicieuses, les aperçus ingénieux et les idées neuves dont le mémoire abonde, et qui touchent à une foule de questions physiques les plus diverses, encore mal résolues ou à peine abordées, ne sont guère, malheureusement, susceptibles d'être résumées et ne peuvent qu'être citées çà et là, chaque fois que l'occasion s'en présente, au cours de cette Revue. Il nous faut, pour l'ensemble, renvoyer au mémoire même.

(2) Detmer : *Ueber die Natur and Bedentung der physiogischen Elemente das Protoplasmas* (Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft. nov. 1892).

semblances de formes et de propriétés des tiges et des racines tiennent évidemment à des différences de substance.

Pour s'en convaincre, il suffit, suivant M. Detmer, de remarquer que le coefficient respiratoire, dans la respiration intramoléculaire comme dans la respiration normale, varie avec l'espèce. Ainsi, les feuilles et les fleurs de Souci, en présence comme en l'absence d'oxygène, rejettent beaucoup moins d'acide carbonique, à temps égal, que les feuilles et les fleurs de Rosier. Il y a donc entre les deux plantes différence de produits de dissociation, et, par suite, différence de nature des éléments physiologiques.

Micelles ou plasomes, toutes ces petites particules, dont l'ensemble compose le protoplasme, ne forment pas, dans la cellule, une masse entièrement homogène, mais affectent des groupements déterminés. Sur ce point, tous les auteurs paraissent aujourd'hui d'avis unanime; où les divergences de vues recommencent, c'est, ainsi que nous l'avons déjà rappelé dans une précédente Revue, lorsqu'il s'agit de déterminer le mode de ce groupement.

A l'encontre de Fromman, de Schmitz, de Strasburger, de Leydig, de Flemming, etc., pour qui la partie granuleuse du cytoplasme se présente sous forme d'un fin réseau, entre les mailles duquel est répandue la substance fondamentale hyaline — la seule partie homogène, — M. Bütschli (1) persiste à penser que la structure de cette partie granuleuse est alvéolaire, c'est-à-dire rappelle l'aspect que présentent les rayons de miel. Et, peut-être, la substance hyaline elle-même n'est-elle homogène qu'en apparence, les alvéoles étant seulement trop petites pour être perçues au microscope. Tandis que, dans la théorie des auteurs précédents, les molécules plasmiques sont groupées suivant des filaments, elles seraient donc plutôt, d'après M. Bütschli, groupées en lamelles.

M. Bütschli se base toujours sur la concordance frappante qu'il y a entre les mouvements du protoplasme et ceux qui se produisent dans les mousses de savon, dont la structure, on le sait, est alvéolaire.

Il s'appuie également sur l'observation directe, qui lui a permis (2) de reconnaître, en réalité, cette disposition en alvéoles dans le corps central et dans les parties périphériques des cellules de Bactéries et d'Oscillaires.

M. Palla (3), dans un tout récent travail où il cherche à établir

(1) Bütschli : *Untersuchungen über mikroskopische Schäume und Protoplasma* (Leipzig, 1892).

(2) Bütschli : *Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen* (Leipzig, 1890).

(3) Palla : *Beitrag zur Kenntniss des Baues des Cyanophyceen-Protoplasts*. M. Palla, dans ce mémoire, examine et critique les différentes interprétations auxquelles ont donné lieu la partie centrale, incolore, et la partie périphérique, colorée, des cellules de Cyanophycées. Nous n'avons pas à insister ici sur les travaux de MM. Zaccharias, Bütschli, Fischer, Deinega, Zukal, Hiéronymus et Marx, auxquels il est fait allusion ; tous ont été résumés dans la Revue spéciale consacrée aux Algues.

la valeur histologique du corps central des Cyanophycées, se range à l'avis de M. Bütschli, au moins en ce qui concerne les chromatophores de ces Algues.

M. Crato (1), qui a examiné le contenu cellulaire d'une Phéosporée, le *Giraudia sphacelarioïdes* et d'une Phanérogame, l'*Urtica pilulifera*, considère aussi la structure alvéolaire comme la plus fréquente et comme celle qui est primordiale.

Ce dernier auteur, toutefois, a remarqué qu'à partir d'un certain âge il n'est pas rare de ne plus rencontrer, dans la cellule, que des filaments protoplasmiques. Cela l'amène, en somme, à concilier deux des opinions en présence, en concluant que la structure du protoplasme est tantôt lamelleuse et tantôt réticulée ; l'aspect dépend du moment auquel on considère les cellules. Le défaut de la théorie de MM. Fromman, Schmitz, etc., serait alors surtout de donner trop d'importance à la forme réticulée, qui n'apparaît que tardivement, et qui, en général, est bien moins fréquente que la forme alvéolaire admise par M. Bütschli.

Lorsque, sur le contenu cellulaire vivant, cytoplasme ou suc cellulaire, on fait agir, à des doses déterminées, des bases telles que la caféine et l'antipyrine, les expériences de MM. Loew et Bokorny (2), décrites antérieurement, nous ont appris qu'il se produit de petits granules arrondis, ou *protéosomes*, qui ont les propriétés des albuminoïdes.

Les protéosomes, d'après MM. Loew et Bokorny, sont composés d'une albumine particulière, ou active, différente de l'albumine ordinaire, passive. La justesse de cette distinction de deux catégories d'albumine, a été contestée dernièrement par M. Klemm (3), qui regarde les formations en question comme n'ayant aucun rapport avec la vie de la cellule et comme pouvant être la manifestation de plusieurs phénomènes très différents.

En réponse à M. Klemm, MM. Loew et Bokorny reviennent à nouveau sur les propriétés des corps qu'ils ont, les premiers, signalés.

La nature albuminoïde de ces corps ne peut d'abord, selon eux, être contestée ; elle est démontrée par tous les réactifs. Une confusion avec les précipités de tannin, en particulier, ne peut avoir lieu ; car, si les tannates de caféine et d'antipyrine forment bien de petits corpuscules, ils n'ont jamais ni les réactions, ni l'aspect des protéosomes.

La mort de la cellule, d'autre part, modifie complètement un certain nombre des propriétés des granulations. Tandis que les protéosomes

(1) Crato : *Beitrag zur Kenntniss der Protoplasmastructur* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, nov. 1892).

(2) Loew et Bokorny : *Zur Chemie der Proteosomen* (Flora, 1892).

(3) Klemm : *Beitrag zur Erforschung der Agregationsvorgange in lebenden Pflanzenzellen* (Flora, 1892).

de la caféine fixent l'ammoniaque dans la cellule vivante, ils deviennent indifférents à cette substance dans la cellule morte. De plus, dans le premier cas, l'eau les dissout entre 25 et 30 degrés ; elle les laisse, au contraire, intacts, dans le second, à la même température. Enfin, il n'y a pas d'agrégation dans la cellule morte ; et, dans la cellule vivante, le degré d'intensité du phénomène varie avec la température.

Ces faits établissent bien que l'albumine entrant dans la constitution de la substance vivante, c'est-à-dire celle qui compose les protéosomes, est tout à fait différente de l'albumine ordinaire. C'est une substance plus changeante, plus instable, douée, en un mot, de propriétés qui sont dues à la vie, puisqu'elles disparaissent avec elle.

Et c'est pourquoi, malgré les objections de M. Klemm, MM. Loew et Bokorny lui conservent le nom d'*albumine active*, pour la bien différencier de l'autre, qui s'en rapproche chimiquement, mais qui est passive.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : L'*Abies numidica.* — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon) ; sur les Champignons (Costantin) relatifs aux méthodes de technique (Dufour) ; sur les Lichens (Hue) ; sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILIAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genr *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europæum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Réviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Mai 1894

N° 65

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 MAI 1894

I. — OBSERVATIONS SUR LE CLIMAT ET LES PRODUCTIONS DU LITTORAL DE LA PROVENCE, par **M. Ch. Naudin** 193

II. — SUR LE ROLE DES HYDRATES DE CARBONE DANS LA RÉSISTANCE A L'ASPHYXIE CHEZ LES PLANTES SUPÉRIEURES, par **M. W. Palladine** 201

III. — NOTE SUR LES *MARSILIA* D'ALGÉRIE (avec une planche), par **M. L. Trabut** 210

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 212

V. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1892 et 1893, par **M. A. Hue** *(suite)* 222

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

Planche 4. — *Marsilia diffusa*, form. *algeriensis*.

Cette livraison renferme en outre une gravure dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

OBSERVATIONS

SUR LE CLIMAT ET LES PRODUCTIONS

DU LITTORAL DE LA PROVENCE

par M. Ch. NAUDIN.

La météorologie, c'est-à-dire la science des phénomènes compliqués dont l'atmosphère est le siège, est intimement liée à la géographie botanique, et c'est elle qui explique la distribution des plantes et des animaux dans les différentes régions de la Terre. Ses liens ne sont pas moins étroits avec l'hygiène, avec l'agriculture, mère de toutes les industries, et avec le commerce qui, établissant des rapports entre toutes les branches de l'humanité, tend à les unifier dans une civilisation commune.

Les lois générales de la météorologie sont à peu près connues, mais il reste à en faire l'application aux diverses parties du globe, où elles sont soumises à de nombreuses modifications par les multiples accidents de la surface, les altitudes, l'orientation des chaînes de montagnes, le voisinage ou l'éloignement des mers, les déserts, les forêts, les travaux de l'homme lui-même et, probablement aussi, par des causes d'ordre cosmique plus difficiles à atteindre et sur lesquelles nous ne pouvons encore faire que des conjectures. Le Sahara en est un exemple. Il fut un temps où cet immense désert, actuellement calciné par le soleil, rarement visité par la pluie et presque partout inhabitable, était traversé par de puissantes rivières et couvert d'une végétation exubérante où la vie animale abondait. C'était, au nord de l'équateur, la répétition de ce que nous voyons au Sud, dans le Soudan et le Congo, dont la fécondité égale au moins celle de l'Inde et des pays arrosés par l'Amazone. La cause d'un changement si radical est restée jusqu'ici inexplicable.

L'expansion coloniale de l'Europe, qui caractérise cette fin de siècle et qui se continuera sans doute longtemps encore, donne un surcroît d'intérêt à la météorologie. L'histoire de la plupart de nos colonies, où l'établissement des Européens a été si pénible, la mortalité si grande et si nombreux les revers de toutes sortes, atteste que la principale cause de ces désastres a été l'ignorance presque absolue de la climature des pays nouveaux qu'on tentait de coloniser. Nous n'en sommes plus là aujourd'hui. Les observations qui se multiplient partout où nous nous établissons nous fournissent déjà de bons renseignements sur la conduite à suivre et sur les cultures qu'on peut y entreprendre ; et cela surtout dans les pays plus chauds que le nôtre. C'est par elles que nous connaissons quelles localités il faut éviter, dans quelles autres il faut se réfugier quand la santé est menacée par un séjour trop prolongé sur certaines plages à la fois chaudes et humides. Cependant, si nous avons fait de notables progrès sous ces divers rapports, si nous connaissons ce qu'on peut appeler les grandes lignes climatériques du globe, nous avons encore beaucoup à apprendre sur leurs nombreuses déviations. La température est, d'une manière générale, régentée par les latitudes, qui ne perdent jamais entièrement leurs droits, mais que de variétés de climats, que de différences de chaleur, d'humidité et d'éclairement solaire sous une même latitude par les causes que j'indiquais plus haut !

C'est que, dans toutes les grandes circonscriptions climatologiques, il y a toujours des climats secondaires, et dans ceux-ci des climats locaux, souvent fort restreints, mais qui se distinguent de prime-abord de ceux qui leur sont contigus. Ce qu'on appelle la région méditerranéenne en est un exemple typique et connu de tout le monde. Par ses températures d'été et d'hiver, par la limpidité du ciel, par l'ardeur du soleil, par son régime pluvial et sa végétation naturelle ou acquise, elle tranche nettement sur les régions qui l'entourent. La Méditerranée en est le bassin central et c'est sur son contour que s'épanouit cette belle flore européo-africaine, presque identique sur tous les points et bien différente de celle du Sud-Ouest français, et à plus forte raison de celle de l'Amérique du nord, malgré l'identité des latitudes.

La France continentale a sa part, une petite part du climat méditerranéen, et une des mieux situées sous bien des rapports.

surtout par son rapprochement des grandes capitales de l'Europe. Cependant, si petite que soit cette part, elle ne se ressemble pas sur tous les points. Les différences locales y sont sensibles et l'horticulture, en particulier, sait habilement les mettre à profit. En allant de l'Ouest à l'Est, on la voit se caractériser de plus en plus, et telle plante qui prospère à l'air libre à Cannes, Nice ou Menton, ne peut pas se passer d'abri à Marseille ou à Móntpellier, ni même à Perpignan, qui est plus méridional d'un degré que Menton et Nice. La cause de ces différences est visible : c'est le grand rempart des Alpes, qui détourne les vents du Nord de la partie orientale de la Provence, pour les rejeter à l'Ouest, où aucun relief du sol tant soit peu considérable ne les arrête.

Un climat si doux ne pouvait manquer d'être recommandé par les médecins à leurs malades, rhumatisants, goutteux, arthritiques et surtout phtisiques, qui déjà, au siècle dernier, affluaient à Hyères, considérée comme le *Sanatorium* des maladies consomptives. On est un peu revenu de cette confiance aux propriétés curatives du climat, qu'on avait d'ailleurs exagérées ; cependant elle dure encore. Grâce aux chemins de fer, les égrotants ne sont plus les seuls à fuir les rigueurs des hivers du nord ; il s'y joint un nombre tout aussi grand de riches oisifs attirés par le soleil et la beauté des sites, et qui répandent l'or sur cette côte privilégiée. Ils sont pour beaucoup dans l'extraordinaire développement que l'horticulture y a pris depuis une trentaine d'années. Outre les plantes odoriférantes (rosiers, orangers, limoniers, cassiers, jasmins, tubéreuses, etc.) qui entretiennent les distilleries de la ville de Grasse, on y cultive aujourd'hui, et sur une grande échelle, les plantes de parterre les plus variées pour en expédier les fleurs dans tout le nord de l'Europe. A ceux qui voudraient se faire une idée de l'importance de ce nouveau commerce, nous conseillerons la lecture d'un mémoire récent présenté à la Société nationale d'Agriculture par M. Henri de Vilmorin, qui a magistralement traité ce sujet.

Beaucoup d'observations météorologiques ont été faites en Provence à partir du siècle dernier. Les plus anciennes, peu concordantes entre elles, ne peuvent inspirer qu'une confiance limitée : les plus récentes ne sont pas non plus exemptes de reproches ; on s'explique d'ailleurs qu'elles varient dans une certaine mesure suivant les localités plus ou moins bien abritées où elles ont été

faites. La villa Thuret, située sur le cap d'Antibes, qui s'avance d'environ trois kilomètres dans la mer, et déjà assez éloignée de la chaîne de collines qui protègent la côte, peut être considérée comme représentant la climature moyenne du pays. Voici comment elle s'établit d'après douze années d'observations faites avec suite et presque sans lacunes, avec de bons instruments placés d'après la manière indiquée par M. Renou, c'est-à-dire à l'exposition du nord et abrités contre le soleil :

La température moyenne des douze années (1881-1892) a été de 14°,301. En 1882, 1884 et 1892 elle a quelque peu dépassé 15° ; mais dans la série des cinq années 1887, 88, 89, 90 et 91, elle est restée inférieure à 14°, participant ainsi au refroidissement général qu'on a partout observé en Europe pendant cette période.

Par saisons, la température moyenne a été :

Hiver..............	7°,267
Printemps..........	12°,870
Été................	22°,388
Automne...........	14°,578

On remarquera que la moyenne automnale est très voisine de celle de l'année entière, qu'elle dépasse seulement de 0°,377.

Les moyennes mensuelles s'établissent de la manière suivante pour les douze années :

Janvier	6°,578
Février.............	7°,610
Mars...............	9°,238
Avril	12°,621
Mai................	16°,751
Juin...............	20°,947
Juillet	23°,858
Août...............	23°,290
Septembre	19°,570
Octobre	14°,002
Novembre..........	10°,462
Décembre	7°,620

En tenant compte de la forte chaleur de septembre, nous pouvons le considérer comme faisant partie d'un été de quatre

mois dont la température moyenne serait de 21°,91, bien supérieure à celle des trois mois d'été du nord de la France (environ 18°,00).

De même que tous les climats de la terre, celui d'Antibes a ses irrégularités. Exceptionnellement le thermomètre centigrade peut accuser des minima nocturnes de — 6° à — 7°; mais ces froids n'ont pas de durée et la température se relève toujours au-dessus de zéro pendant le jour. Même au cœur de l'hiver le soleil est encore chaud, et bien des arbres exotiques n'arrêtent pas complètement leur végétation ; quelques-uns même sont en pleine floraison à cette époque de l'année ; c'est le cas de plusieurs Eucalyptus.

La neige tombe à Antibes, sinon tous les hivers, du moins assez souvent, et, chose extraordinaire : il en est tombé près d'un décimètre dans les premiers jours de mars 1883, cassant par son poids beaucoup de branches d'arbres feuillus. En fondant sous les rayons du soleil, la neige cause plus de mal aux plantes que les gelées ; c'est un effet bien connu. On sait que l'Algérie et la Tunisie ne sont pas exemptes de neige, même au bord de la mer, et on se souvient encore à Alger des désastres horticoles qu'elle a causés il y a trois ans. Du reste, ces grands abaissements de la température dans des pays habituellement très chauds ne peuvent pas nous étonner beaucoup quand nous savons que, de loin en loin, l'Egypte est visitée par des froids de plusieurs degrés au-dessous de zéro, et que, sans remonter plus haut que l'année 1893, les villes de Hong-Kong et de Canton, situées sous le tropique du Cancer, ont eu toutes leurs cultures ravagées par de fortes gelées et par la neige, du 15 au 17 janvier. Quantité d'arbres y ont été mis en pièces par le poids du verglas dont leurs branches étaient chargées.

La température, avec ses excès de chaud et de froid, est sans doute la principale caractéristique d'un climat, mais, quand il s'agit de l'agriculture, la pluviosité, l'humidité de l'atmosphère et l'éclairement solaire n'ont pas une moindre importance que la chaleur, et des observations météorologiques qui ne tiendraient pas compte de ces éléments seraient tout à fait insuffisantes. A l'aide du pluviomètre la quantité d'eau tombée à Antibes, sous forme de pluie et de neige, a été soigneusement mesurée. Pour les douze années que nous considérons, la moyenne annuelle se règle à 825 millimètres, supérieure d'environ 200 millimètres à la moyenne de la pluie à

Paris, mais elle y est autrement distribuée : on en jugera par le tableau suivant :

Moyenne de la pluie par mois :

Janvier	77mm,45
Février	64,40
Mars	79,80
Avril	68,05
Mai	63,80
Juin	35,23
Juillet	8,60
Août	19,75
Septembre	73,37
Octobre	138,83
Novembre	127,97
Décembre	67,67

Par saisons la pluie se distribue comme suit :

Hiver	211mm,3
Printemps	203,3
Été	63,1
Automne	340,2

L'automne, comme on le voit, est de beaucoup la saison la plus mouillée, et après elle l'hiver. L'été est la saison la plus sèche, et il arrive assez souvent que les mois de juillet et août se passent sans une goutte de pluie. La même chose arrive quelquefois aussi pour les autres mois. Sous ce rapport le climat offre une grande irrégularité.

Le nombre moyen des jours pluvieux est de 62 par an, qui se répartissent de la manière suivante :

Janvier	5,8
Février	5,0
Mars	6,6
Avril	5,7
Mai	5,5
Juin	3,3
Juillet	1,8
Août	1,8

Septembre	5,3
Octobre	8,0
Novembre	7,7
Décembre	5,6

On voit par ce tableau que le nombre moyen mensuel des jours de pluie concorde avec la quantité d'eau pluviale tombée dans chacun de ces mois, ainsi octobre et novembre qui sont les plus mouillés sont aussi ceux qui ont le plus grand nombre de jours de pluie. La même remarque s'applique aux mois de juillet et d'août, qui sont les plus secs et les plus sereins de l'année. Il tombe plus d'eau à Antibes qu'à Paris dans un nombre de jours beaucoup moins grand, ce qui revient à dire que les pluies y sont beaucoup plus fortes. Il n'est pas rare de voir des pluies de 100 millimètres et plus tomber dans les 24 heures.

L'illumination solaire, qui joue un si grand rôle dans le développement des plantes, la formation du pollen et la maturation des fruits et des graines, est aussi un des traits caractéristiques du climat méditerranéen. A la simple inspection du ciel et *par estime*, comme disent les marins, on compte par an, à Antibes, 153 jours couverts ou demi-couverts et 212 jours sans nuages ou faiblement nuageux. Ces évaluations faites sans instruments photométriques ne sauraient avoir une exactitude absolue, mais, continuées pendant un grand nombre de jours, les erreurs en plus et en moins se compensent et donnent en définitive une approximation suffisante.

Deux vents principaux règnent sur cette partie du littoral provençal, les vents d'est et d'ouest, avec leurs dérivés, ce qui s'explique par la direction générale des montagnes abritantes. Le vent du nord franc est rare, celui du sud l'est aussi. Ces vents sont parfois très violents, surtout celui de l'ouest, qui est une dérivation du mistral, et qui souffle quelquefois pendant quatre ou cinq jours de suite. C'est le vent du beau temps. La pluie n'arrive guère que par les vents d'est. Par les sautes de vent, qui amènent des conflits entre des courants d'air différents, on voit assez souvent des trombes marines se former le long de la côte, et quelquefois plusieurs ensemble. Les orages ne sont pas fréquents, mais on peut y entendre le tonnerre dans tous les mois de l'année.

En terminant cette note je rappelle au lecteur qu'il n'y est ques-

tion que de la localité occupée par la villa Thuret et qui n'est pas la plus favorisée. Les villes et bourgades situées au pied même ou à peu de distance de la chaîne des collines qui longent le littoral, et qui sont mieux abritées contre les vents, telles que Cannes, Golfe Juan, Nice, Villefranche, Beaulieu, Monaco et surtout Menton, ont par cela même une température estivale et surtout hivernale plus élevée que celle de la villa Thuret. Leur moyenne annuelle dépasse certainement 15 degrés, aussi y voit-on réussir des plantes exotiques qui périssent de froid au cap d'Antibes.

La France est actuellement installée à Tombouctou, et il est à croire que, sous aucun prétexte, elle n'abandonnera cette précieuse conquête. Située aux confins du Sahara et du Soudan, et participant aux climats de ces deux régions, il serait important d'y intituer dès à présent de bonnes observations météorologiques, au point de vue de l'hygiène d'abord, puis à celui de l'agriculture. Ce qui importerait aussi ce serait d'y faire de larges plantations d'arbres feuillus, d'eucalyptus entre autres, pour assainir le voisinage de la ville, y donner de l'ombre et en rendre le séjour supportable aux Européens. Je ne parle pas des recherches d'histoire naturelle, qui viendront à la suite, et qui fourniront, on ne peut en douter, des résultats précieux pour la science, le commerce et l'industrie.

SUR LE RÔLE DES HYDRATES DE CARBONE

DANS LA

RÉSISTANCE A L'ASPHYXIE (1)

CHEZ LES PLANTES SUPÉRIEURES

par M. W. PALLADINE.

Dans ses recherches, M. Diakonow (2) a démontré que certains Champignons inférieurs dégagent de l'acide carbonique dans une atmosphère privée d'oxygène ; mais seulement dans le cas où la solution nutritive renferme une substance fermentescible. Des expériences semblables, faites avec les plantes supérieures, n'ont donné aucun résultat définitif, parce que les organes de ces plantes en voie de croissance sont toujours plus ou moins riches en glucose, c'est-à-dire en substance fermentescible (3).

Dans mes recherches sur les feuilles étiolées j'ai trouvé que la quantité de glucose que contiennent les petites feuilles rudimentaires de Fève est insignifiante, souvent même il n'y en a pas trace (4). Dans le présent travail je me suis proposé d'expliquer en quoi la respiration intramoléculaire des feuilles étiolées est sous la

(1) Ou Respiration intramoléculaire.

(2) Diakonow : *La respiration intramoléculaire et la fermentation de Champignons moisissures* (Archives slaves de biologie. I. 1886, page 531). *Sur le rôle de la substance nutritive fermentescible dans la vie de la cellule végétale* (l. c. IV. 1887, pag. 31, 121). *Intramoleculare Athmung und Göhrthätigheit der Schimmelpilze.* (Berichte d. deutschen botan. Gesellschaft, 1886, pag. 2.)

(3) Diakonow : *Sur la respiration dite intramoléculaire des plantes.* (Archives slaves. III. 1887, pag. 6.) *Ueber die sogenannte intramoleculare Athmung.* (Berichte der bot. Gesellschaft. 1886, page 411.)

(4) Palladine : *Recherches physiologiques sur les feuilles étiolées.* Travaux de la Société des naturalistes à l'Université de Kharkow. XXVI. 1892. p 67.) *Ergrünen und Wachsthum der etiolirten Blätter.* (Berichte der bot. Gesellschaft, 1891, p. 229.)

dépendance des hydrates de carbone. Dans une première série d'expériences, les feuilles étaient immédiatement placées dans l'atmosphère, privée d'oxygène. En outre, afin de pouvoir établir des comparaisons, il était nécessaire de savoir au juste combien d'acide carbonique ces mêmes feuilles auraient dégagé si, dans les mêmes conditions, tant extérieures qu'intérieures, elles avaient des hydrates de carbone à leur disposition. Pour résoudre cette question, j'ai introduit artificiellement des hydrates de carbone d'après la méthode de M. Bökm (1). Les expériences ont été exécutées de la manière suivante. Les feuilles. détachées des plantes, étaient placées dans une solution de sucre (10 à 15 %) versée dans un vase plat, puis elles étaient mises dans un endroit obscur. Avant de les introduire dans l'appareil, les feuilles étaient lavées avec une nouvelle solution de sucre d'une concentration égale à celle dans laquelle elles avaient été cultivées. Les feuilles étaient ensuite essuyées avec précaution afin d'en écarter tout liquide superflu et alors seulement elles étaient placées dans l'appareil. Si la culture durait plus de 48 heures, la solution était remplacée par une autre.

Afin de déterminer la quantité d'acide carbonique dégagé par les feuilles, je me suis servi des tables de Pettenkofer. Tout l'appareil a été monté d'après la description qu'en donne Pfeffer (2). Dans la deuxième série d'expériences les feuilles ont été placées dans des éprouvettes remplies d'air et fermées en bas par du mercure. Pour l'analyse des gaz, je me suis servi d'appareil de MM. Bonnier et Mangin (3). Les feuilles pendant l'expérience se trouvaient constamment dans l'obscurité ; je ne me servais que des limbes sans pétioles.

Expérience N° 1.

Vicia Faba L. — 3 gr., 402 de feuilles étiolées, récoltées après 25 jours de germination à une température variant de 18° à 20°, ont été placées dans l'appareil de Pettenkofer. La température s'est maintenue à 17°5.

(1) Bökm : *Ueber Stärkebildung aus Zucker.* (Botanische Zeitung. 1883.)

(2) Pfeffer : *Ueber intramoleculare Athmung.* (Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. 1 Band. 1885, p. 637.)

(3) Aubert : *Nouvel appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz.* (Revue générale de Botanique. III. 1891, p. 97.)

Durée.	Acide carbonique dégagé.
1. 30 minutes dans l'air.	
2. 2 heures dans l'air........................	$7^{mg}0$.
3. 30 minutes dans l'hydrogène.	
4. 1 heure 30 minutes dans l'hydrogène......	$1^{mg}0$.

D'où, pour l'acide carbonique dégagé en 1 heure par 100 gr. de poids frais :

Dans l'air............	$102^{mg}8$.
Dans l'hydrogène.....	$19^{mg}1$.

Le rapport de la quantité de l'acide carbonique émis par les feuilles dans l'hydrogène (J) à la quantité de l'acide carbonique émis par les feuilles dans l'air (N) :

$$\frac{J}{N} = 0,185.$$

Expérience N° 2.

Vicia Faba L. — 3 gr. 978 de feuilles étiolées, recoltées après 27 jours de germination à une température comprise entre 16° et 20°, ont été mis sur de l'eau distillée dans l'obscurité. Au bout de 23 heures les feuilles ont été placées dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 17 degrés.

1. 30 minutes dans l'air.	
2. 2 heures dans l'air........................	$4^{mg}0$.
3. 30 minutes dans l'hydrogène.	
4. 2 heures dans l'hydrogène	$1^{mg}6$.

D'où, pour l'acide carbonique dégagé en une heure par 100 gr. de poids frais :

Dans l'air.............	$50^{mg}2$
Dans l'hydrogène......	$20^{mg}1$

$$\frac{J}{N} = 0,400$$

A la fin de l'expérience les feuilles ont été placées sur une solution de sucre à 15 0/0 dans l'obscurité. Au bout de 40 heures elles ont été placées de nouveau dans l'appareil. Température : 17 degrés.

1. 30 minutes dans l'air.

2. 2 heures dans l'air 11mg5
3. 30 minutes dans l'hydrogène.
4. 2 heures dans l'hydrogène 4mg5

D'où, pour l'acide carbonique dégagé en une heure par 100 gr. de poids frais :

Dans l'air 144mg5
Dans l'hydrogène 57mg8

$$\frac{J}{N} = 0,400$$

A la fin de l'expérience les feuilles ont été placées de nouveau sur une solution de glucose à 15 0/0 dans l'obscurité. Au bout de 42 heures elles ont été placées dans l'appareil. Température : 17 degrés.

1. 30 minutes dans l'air.
2. 1 heure 30 minutes dans l'air............. 8mg6
3. 30 minutes dans l'hydrogène.
4. 1 heure 30 minutes dans l'hydrogène...... 4mg2

D'où, pour l'acide carbonique dégagé en une heure par 100 gr. de poids frais :

Dans l'air 144mg1
Dans l'hydrogène...... 70mg4

$$\frac{J}{N} = 0,488.$$

Expérience N° 3.

Vicia Faba L. — 9 gr. 45 de feuilles vertes, récoltées après 26 jours de germination à dix heures du matin (mars), ont été placées dans l'appareil de Pettenkofer. Le temps pendant la germination était sombre. Température : 15° à 17°5. On n'a pris pour l'expérience que les feuilles entièrement développées. Température de l'expérience : 18 degrés.

1. 30 minutes dans l'air.
2. 1 heure 45 minutes dans l'air........... 6mg2
3. 30 minutes dans l'hydrogène.
4. 1 heure 45 minutes dans l'hydrogène.... 3mg4
5. 30 minutes dans l'air.
6. 1 heure 45 minutes dans l'hydrogène.... 5mg4

D'où, pour l'acide carbonique dégagé en une heure par 100 gr. de poids frais :

Dans l'air	$37^{mg}5$
Dans l'hydrogène	$20^{mg}5$

$$\frac{J}{N} = 0,545$$

Expérience N° 4.

Vicia Faba L. — 16 gr. 2 de feuilles vertes récoltées après 26 jours de germination, à dix heures du matin (mars), ont été placées dans l'appareil de Pettenkofer. Le temps était sombre, température 18-20 degrés. Les feuilles entièrement développées. Température de l'expérience 17,5 degrés.

1. 30 minutes dans l'air.
2. 2 heures dans l'air...................... $16^{mg}5$
3. 30 minutes dans l'hydrogène.
4. 2 heures dans l'hydrogène.............. $5^{mg}0$

D'où, pour l'acide carbonique dégagé en une heure par 100 gr. de poids frais.

Dans l'air	$50^{mg}9$
Dans l'hydrogène.......	$15^{mg}8$

$$\frac{J}{N} = 0,303.$$

Expérience N° 5.

Allium Cepa L. — 36 gr. 5 de feuilles vertes ont été placées dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 17 degrés.

1. 30 minutes dans l'air.
2. 1 heure dans l'air...................... $3^{mg}2$
3. 30 minutes dans l'hydrogène.
4. 1 heure dans l'hydrogène .... $2^{mg}1$

D'où, pour l'acide carbonique dégagé en une heure par 100 gr. de poids frais :

Dans l'air...............	$8^{mg}7$
Dans l'hydrogène........	$5^{mg}7$

$$\frac{J}{N} = 0,655.$$

Expérience N° 6.

Lupinus luteus L. — 3 gr. 82 de feuilles étiolées, récoltées après 26 jours de germination à 19°, ont été placées dans l'appareil de Pettenkofer. Température : 19 degrés.

1. 30 minutes dans l'air.
2. 4 heures dans l'air 2mg9
3. 30 minutes dans l'hydrogène.
4. 2 heures dans l'hydrogène................. 0mg4

D'où, pour l'acide carbonique dégagé en une heure par 100 gr. de poids frais :

Dans l'air 18mg9
Dans l'hydrogène 5mg0

$$\frac{J}{N} = 0.280$$

Expérience N° 7.

Lupinus luteus L. — Feuilles étiolées après 33 jours de germination à 19°.

Les feuilles ont été placées dans une éprouvette, qui était renversée sur une petite cuvette à mercure et mises à l'obscurité. Température : 20 degrés.

Après 7 heures la composition de gaz est devenue :

$$CO_2 = 5,66$$
$$O_2 = 10,77$$
$$Az = 83,57$$

Quotient respiratoire : $\frac{CO_2}{O_2} = 0,51$

Après 23 heures :

$$CO_2 = 17,66$$
$$O_2 = 0,00$$
$$Az = 82,34$$

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0,81$$

Après 25 heures 1/2 :

$$CO_2 = 18,08$$
$$O_2 = 0,00$$
$$Az = 81,92$$

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0,84$$

Après 47 heures :

$$CO_2 = 22,22$$
$$O_2 = 0,00$$
$$Az = 77,78$$

$$\frac{CO_2}{O_2} = 1,09$$

A la fin de l'expérience les feuilles étaient mortes.

Expérience N° 8.

Lupinus luteus L. — Feuilles étiolées après 26 jours de germination à 19°.

Les feuilles ont été placées dans une éprouvette qui était renversée sur une petite cuvette à mercure et mises à l'obscurité. Température 18 degrés.

Après 20 heures, la composition du gaz est devenue :

$$CO_2 = 13,53$$
$$O_2 = 0,00$$
$$Az = 86,47$$

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0,59$$

Après 44 heures 1/2 :

$$CO_2 = 20,43$$
$$O_2 = 0,00$$
$$Az = 79,57$$

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0,97$$

A la fin de l'expérience les feuilles étaient mortes.

Expérience N° 9.

Lupinus luteus L. — Des axes hypocotylés, récoltés après 32 jours de germination à 19°, ont été placés dans une éprouvette, qui était renversée sur une petite cuvette à mercure et mis à l'obscurité. Température 20 degrés.

Après 8 heures, la composition du gaz est devenue :

$$CO_2 = 4,83$$
$$O_2 = 12,77$$
$$Az = 82,40$$

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0,54$$

Après 48 heures :

$$CO_2 = 15,52$$
$$O_2 = 0,00$$
$$Az_2 = 47,48$$

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0,69$$

A la fin de l'expérience les axes hypocotylés étaient morts.

Expérience N° 10.

Vicia Faba L. — Des feuilles étiolées, récoltées après 21 jours de germination à 18-20 degrés, ont été placées sur une solution de sucre à 15 0/0. Au bout de cinq jours, elles ont été placées dans deux éprouvettes, qui étaient renversées sur une cuvette à mercure et mises à l'obscurité. Température : 18-20 degrés.

Après 23 heures, la composition de gaz d'une éprouvette est devenue :

$$CO_2 = 31,12$$
$$O_2 = 0,00$$
$$A_z = 68,88$$

A la fin de l'expérience les feuilles étaient vivantes et elles sont devenues vertes après l'exposition à la lumière diffuse.

Après 48 heures, la composition de gaz de la deuxième éprouvette est devenue :

$$CO_2 = 42,08$$
$$O_2 = 0,00$$
$$Az = 57,92$$

A la fin de l'expérience les feuilles sont devenues également vertes après l'exposition à la lumière diffuse.

Les résultats des expériences décrites concordent avec celles de M. Diakonow sur la respiration intra-moléculaire des Champignons. La quantité d'acide carbonique émise par les feuilles étiolées dans l'atmosphère privée d'oxygène, dépend de leur richesse en hydrates de carbone. *Les feuillles étiolées de Fève et de Lupin, qui ne contiennent pas trace d'hydrate de carbone, dégagent, dans l'atmosphère privée d'oxygène, une quantité insignifiante d'acide carbonique et meurent bientôt.*

L'introduction artificielle de sucre dans leurs tissus augmente considérablement la quantité de l'acide carbonique émis, ainsi que la longueur de leur vie dans ces conditions.

Les feuilles étiolées, quoiqu'elles ne contiennent pas trace d'hydrates de carbone, dégagent une quantité insignifiante d'acide carbonique. Il est très difficile de savoir si cette très petite quantité est due à un phénomène normal, ou si ce n'est que le résultat d'une expérience, car, dans son dernier travail, M. Diakonow a démontré qu'il est très difficile d'obtenir l'hydrogène entièrement privé d'oxygène (1). Le dégagement de l'acide carbonique dans l'atmosphère confinée, après l'absorption d'oxygène, peut être aussi le résultat du phénomène provoqué, après la mort de la plante, par les microorganismes. M. Johannsen (2) a démontré que le dégagement de l'acide carbonique commence déjà dans les quatre heures après la mort des plantes.

Kharkow (Russie),
Laboratoire de physiologie végétale de l'Université.

(1) Diakonow : *Les représentants typiques de substrat vital.* (Travaux de la Société des naturalistes de St-Pétersbourg. Tome XXIII.)

(2) Johannsen : *Ueber Fortdauer der Athmungs-Oxydation nach dem Tode.* (Botanische Zeitung. 1886. p. 762.)

NOTE SUR LES *MARSILIA* D'ALGÉRIE

par L. TRABUT.

La flore des Etats barbaresques comprend trois espèces de *Marsilia* trouvées dans un très petit nombre de localités, ces plantes, ainsi cantonnées, tendent même à disparaître. Sur ces trois *Marsilia* deux se présentent sans aucune modification locale, ce sont les *M. pubescens* et *M. ægyptiaca*, le troisième, le *M. diffusa*, plus sujet à varier, a été déterminé par A. Braun comme une forme particulière.

Desfontaines signale dans son Flora atlantica une quatrième espèces à La Calle, le *Marsilia quadrifolia*.

La plante de La Calle ne paraît pas avoir été retrouvée et l'on ne trouve pas davantage de *Marsilia* d'Algérie dans les herbiers de Desfontaines et de Poiret. La présence du *M. pubescens* à Oran et dans les environs d'Alger a déterminé quelques auteurs à rapporter comme synonyme de cette plante, le *Marsilia quadrifolia* de Desfontaines Fl. Atl. (Munby, *Flore de l'Algérie* et *Catalogus plantarum*).

En 1867, M. A. Letourneux découvrit un *Marsilia* à 19 kilomètres d'Alger à la Rassauta, sur la route de Constantine. Ce *Marsilia* du 19me kilomètre a d'abord passé pour le *M. pubescens*.

Mais des échantillons communiqués par M. Cosson à A. Braun furent déterminés *M. diffusa* dans *Neuere Untersuchungen über die Gattungen Marsilia and Pilularia* en 1870.

Ce *Marsilia* de la Rassauta est regardé dans le mémoire d'A. Braun comme une forme à gros fruits (*f. algeriensis*).

Le *Marsilia diffusa* A. Braun est une espèce africaine que l'on retrouve aux Canaries, au Sénégal, à Angola, dans le bassin supérieur du Nil, à Madagascar. Dans chacune de ces régions ce *Marsilia* affecte une forme particulière, il m'a donc paru intéressant de figurer la forme Algérienne qui est rare et susceptible de disparaître d'un jour à l'autre. En 1886 nous avons bien, mon collègue Battandier et moi, trouvé dans les mares du Corso une nouvelle station de *M. diffusa*, mais il suffit d'un défrichement ou d'un drainage pour détruire cette intéressante plante.

MARSILIA DIFFUSA f. *algeriensis* A. Braun Monastsbericht der Koen. akad. Vissensch. Berlin, 1870; *M. diffusa* f. *normalis* A. Braun, loc. cit. 1872. *M. quadrifolia* Desf. Fl. Atl. (probablement). Rhizome très allongé, grêle, rampant, produisant des racines au niveau de l'insertion des feuilles; frondes longuement pétiolées, très grandes, quand la plante est submergée, les lobes atteignant dans ce cas 25mm —, tandis que ordinairement, en terrain exondé, ils n'ont que 10-15mm. Les lobes sont obovales-cunéiformes, glabres, entiers, très semblables à ceux du *M. quadrifolia*. Les sporocarpes sont portés sur un pédoncule deux fois plus longs que l'organe, ils sont insérés par 2 ou 3 à la base du pétiole de la fronde et parfois à des hauteurs inégales sur ce pétiole (fig. 4). Sporocarpe un peu plus long que large, comprimé, de 4-5 mm. de long, 3mm à 3mm 1/2 de large, arrondi au sommet, tronqué et pourvu de deux dents à la base, la dent supérieure étant un peu plus longue, avant maturité le sporocarpe est recouvert de poils articulés (fig. 10) on trouve à l'intérieur 10-12 spores.

19e kilomètre de la route d'Alger à Constantine à la Rassatau, et dans les mares de la forêt de chêne-liège au Corso; probablement à La Calle. (Desf.).

EXPLICATION DE LA PLANCHE 4.

Marsilia diffusa, forme *algeriensis*.

Fig. 1. — Partie de rhizome avec feuilles, forme immergée.
Fig. 2. — Rhizome avec sporocarpes.
Fig. 3. — Insertion des sporocarpes à la base du pétiole.
Fig. 4. — Trois sporocarpes insérés à des niveaux différents sur le pétiole.
Fig. 5. — Base du pétiole et insertion des sporocarpes (grossi); un sporocarpe.
Fig. 6. — Le même, ouvert et vidé.
Fig. 7. — Nervation intérieure du sporocarpe.
Fig. 8. — Sporocarpe jeune recouvert de poils.
Fig. 9. — Surface du sporocarpe (grossie).
Fig. 10. — Poils articulés du sporocarpe.
Fig. 11. — Poils (vus à un fort grossissement).
Fig. 12. — Microsporange (grossi).
Fig. 13. — Macrospore (grossie).
Fig. 14. — Microspore (très grossie).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

2° PHYSIOLOGIE DES TISSUS ET DES ORGANES

La théorie de l'ascension de l'eau, toujours aussi indécise, n'a pas fait, en ces deux dernières années, de progrès assez sensibles pour que nous devions nous y arrêter longtemps.

L'hypothèse de Sachs, c'est-à-dire de la montée par imbibition, est de plus en plus abandonnée. Le regain de vraisemblance que lui avait, il y a quelque temps, donné M. Bokorny en prétendant que le sclérenchyme et le collenchyme ont la propriété de conduire les liquides, n'aura été que momentané ; les recherches de M. J. Cohn (1) sur le second de ces tissus ne confirment pas les vues du précédent auteur.

Effectivement, dit M. Cohn, le collenchyme retient beaucoup d'eau, quelquefois jusqu'à 250 °/₀ de sa substance sèche, mais cette eau ne circule pas. Lorsque, sur une portion de la tige de *Levisticum officinale* ou du pétiole de *Rumex Patientia*, on enlève tous les tissus autres que le collenchyme (ne laissant ainsi, pour servir de passage à l'eau, que les faisceaux collenchymateux continuellement humectés), la partie de plante ou de feuille située au-dessus de la blessure se fane aussi vite que si la section était complète. Que, par contre, on enlève seulement le collenchyme, la plante ou la feuille conservent leur fraîcheur.

Les vaisseaux seraient donc bien réellement la voie principale par laquelle l'eau chemine. Reste toujours la question de savoir quel est le mécanisme de cette circulation.

Après quelques nouvelles expériences tout à fait analogues à celles dont nous avons déjà parlé, et qui ont donné des résultats identiques, M. Boehm (1) continue à penser : d'une part, que les phénomènes d'osmose n'ont aucune influence sur l'absorption de l'eau ; de l'autre, que le rôle prédominant, dans l'ascension de la sève, est joué par la capillarité.

(1) J. Cohn : *Beiträge zur Physiologie des Collenchyms* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, vol. XXIV).

Nous devons ajouter de suite que cette dernière conclusion est regardée comme inacceptable par M. SCHWENDENER (2), qui en donne les raisons dans un assez long mémoire, où sont examinées et critiquées toutes les différentes hypothèses émises sur le sujet. Mais nous attendrons, pour insister sur cette discussion, la réponse annoncée par M. Boehm.

M. Schwendener, dans le même mémoire que nous venons de citer, s'élève contre la théorie de M. Vesque, reprise par M. Strasburger, d'après laquelle il y aurait, dans les vaisseaux, une lame d'eau interposée entre la bulle d'air et la paroi du tube. De l'avis de M. Schwendener est M. PAPPENHEIM (3), qui se représente de la façon indiquée par la figure ci-dessous (fig. 27) la disposition de l'eau et de l'air dans les

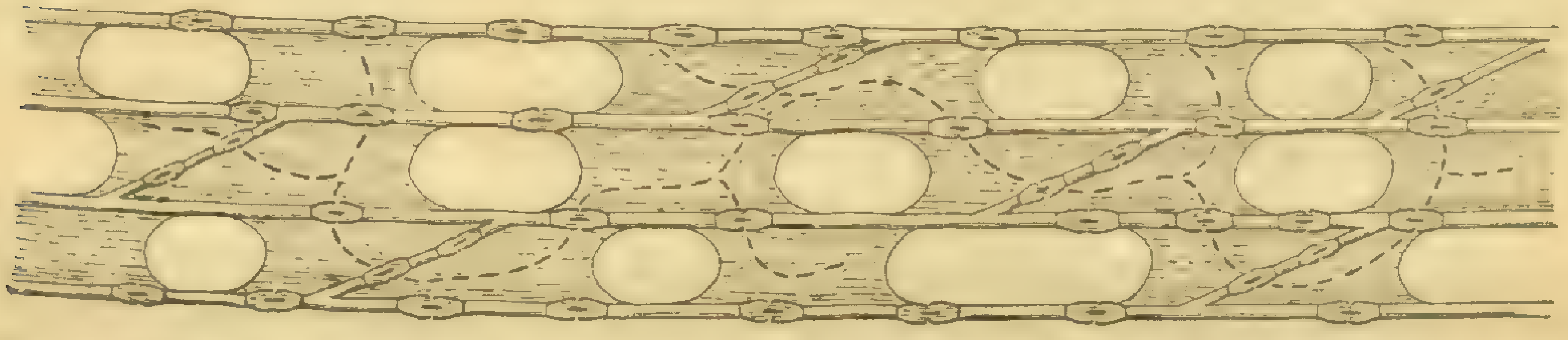


Fig. 27. — Schéma de la répartition de l'eau et de l'air à l'intérieur des trachéides. Les traits indiquent la direction suivant laquelle se fait la circulation de l'eau.

trachéides des Conifères. Qu'on fasse appel à la théorie ou à l'expérience, il semble impossible à M. Pappenheim d'admettre que les colonnes d'eau superposées communiquent entre elles, et qu'il y ait un mouvement de liquide entre la bulle d'air et la membrane ligneuse. La communication s'établit bien plus probablement entre vaisseaux voisins; et l'ensemble de la masse liquide, dans la plante, est alors formé de la suite continue de petits filets d'eau serpentant à droite et à gauche, à travers les ponctuations latérales ou terminales, depuis la pointe de la racine jusqu'au sommet de la tige.

Mais l'objet principal du travail de M. Pappenheim est la détermination de la tension de l'air interposé à l'eau dans le bois des Conifères.

La méthode, employée dans ce but, et qu'il n'est peut-être pas sans intérêt de décrire, est la suivante :

Le bois est pesé frais; son poids est, par exemple, de 28 gr. 297. On le met alors dans l'eau et on exerce un excès de pression de 2 atmos-

(1) J. Boehm : *Zwei neue Versuche uber die Wasserversorgung* (Sitzungsberichte der k. k. zoolog-bot Gesellschaft in Wien. vol. XL). — *Transpiration gebrüchter Sprosse* (Berichte der deut bot. Gesellschaft, 1892).

(2) Schwendener : *Zur Kritik der neuesten Untersuchungen über das Saftsteigen* (Sitzüngsberichte der k. Akad. der Wissenschaft zu Berlin, 1892).

(3) Karl Pappenheim : *Eine Methode zur Bestimmung der Gasspannung im Splinte der Nadelbaume* (Inaugural-Dissertation. Berlin, 1892.

phères ; il absorbe, à ce moment une quantité d'eau correspondant, en total : 1° à la différence qu'il y a entre le volume e de l'air à la pression y (c'est-à-dire celle qui existait dans le bois et qu'il s'agit de déterminer) et le volume V du même air à la pression atmosphérique ; 2° à la différence qu'il y a, en outre, entre ce volume V et le volume de l'air à la pression de 3 atmosphères.

Or on sait que, sous la pression de 3 atmosphères, le volume d'air est amené au tiers de son volume normal.

Ceci donné, on détermine, après avoir retiré de l'eau le morceau de bois : en premier lieu, la quantité de liquide qui en sort ; en second lieu, l'augmentation de poids du morceau.

Supposons que le bois pèse maintenant 31 gr. 405 et qu'il ait rejeté 1 gr. 374 d'eau.

1 gr. 374 représente la diminution qu'a subie le volume d'air en passant de la pression normale à la pression de 3 atmosphères ; en d'autres termes, correspond aux 2/3 du volume occupé par l'air dans le bois, à la tension atmosphérique. Donc $V = {}^3/_2\ 1.374 = 2$ gr. 061.

D'autre part, l'augmentation de poids du bois, c'est-à-dire 31 gr. 405 — 28 gr. 297, ou 3 gr. 108, représente la différence qu'il y avait entre le volume e de l'air à la pression y et le volume à la pression normale.

En résumé, l'air avait, dans le bois, avant toute expérience, un volume total $e + v$ égalant 5 cmc. 169.

Par suite, d'après la loi de Mariotte, on a (700 étant la pression barométrique) :

$$\frac{e + v}{v} = \frac{5.169}{2.061} = \frac{700}{y}$$

Il ne reste plus qu'à fixer la valeur de y qui, dans le cas présent, est de 0.398 atmosphères.

De toutes les recherches faites par cette méthode, M. Pappenheim conclut que, chez les Sapins, la tension de l'air contenu dans les parties du bois qui ne sont pas soumises à l'action directe de la transpiration est toujours négative et correspond à 3/4 environ d'atmosphère.

Le reproche que l'on peut faire, à notre sens, à M. Pappenheim est de n'indiquer nulle part la saison à laquelle ont été faites ses expériences. Cette considération a son importance. On sait, par les travaux de Hartig, et par ceux de MM. Boehm, von Hohnel, Leclerc du Sablon, que, chez les arbres feuillus, la tension interne n'est pas la même aux différentes époques de l'année, et M. Boehm (1) vient de montrer, par des observations nouvelles, entre quelles limites considérables cette tension peut varier.

M. Boehm a placé des manomètres dans les troncs d'un certain nombre d'arbres (*Aesculus Hippocastanum* et *rubicunda*, *Fraxinus*

(1) Boehm : *Ueber einen eigenthümlichen Stammdruck* (Berichte der deutschen botanischen Geselschaft, nov. 1892. — Botanisches Centralblatt, 1893.

excelsior, Juglans regia, Tilia americana, Ulmus effusa, Acer Platanoïdes) et a suivi leur marche pendant plusieurs années.

Il a ainsi constaté régulièrement qu'au printemps il y a toujours une pression positive, accentuée surtout vers le milieu de mai ; qu'à la fin de l'été et à l'automne, au contraire, la pression est négative, le minimum se produisant vers les mois de septembre et octobre.

La pression positive peut, dans le Marronnier par exemple, atteindre jusqu'à 9 atmosphères ; dans le Tilleul, la tension maxima observée a été de 3 atmosphères 1/2 ; dans le Noyer, par contre, elle n'a jamais dépassé la tension normale au-delà d'une 1/2 atmosphère.

Ces différences spécifiques sont dues, d'après l'auteur, aux matières diverses produites dans le bois pendant la lignification. La pression atteint, dans un arbre, un maximum d'autant plus élevé que les substances osmotiques formées dans cette essence sont plus nombreuses et plus abondantes.

On peut, de la même manière, expliquer les variations de la tension avec la saison. La pression, au printemps, est positive parce que c'est à ce moment que les substances osmotiques sont produites ; elle devient négative à l'automne, par suite de la destruction et de la disparition de ces mêmes matières.

Une cause encore qu'il ne faut pas oublier et qui influe certainement sur les limites entre lesquelles varie la tension dans une espèce donnée, c'est la formation des thylles. Les arbres où les thylles apparaissent de bonne heure ne doivent jamais avoir un haut maximum de pression positive. En fait, c'est ce que M. Boehm a observé pour le Tilleul ; et il pense que le Robinier fournirait vraisemblablement un exemple analogue.

Les causes invoquées par M. Boehm, tout hypothétiques qu'elles soient, sont des plus admissibles ; il est bien probable cependant qu'elles ne sont pas les seules entrant en jeu, et qu'à côté d'elles d'autres encore sont à découvrir. Mais, avant d'entrer plus avant dans l'étude des phénomènes évidemment complexes qui concourent à produire ces variations de pression, il est un point important qu'il est essentiel de connaître. Comment les pressions produites en une région déterminée du végétal se transmettent-elles de là à travers les tissus ? Par des recherches expérimentales nombreuses, M. Gaston Bonnier (1) a dernièrement résolu cette question.

(1) Gaston Bonnier : *Recherches sur la transmission de la pression à travers les plantes vivantes* (Revue générale de botanique, 1893). — *Recherches expérimentales sur les variations de pression de la Sensitive* (Revue générale de Botanique, 1892). — *Sur la différence de transmissibilité des pressions à travers les plantes ligneuses, les plantes herbacées et les plantes grasses* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, déc. 1892). — *Sur les variations de pression du renflement moteur de la Sensitive à l'état normal et sous l'influence du chloroforme* (Bulletin de la Société botanique de France, nov. 1892).

Les lecteurs de cette Revue, où les deux principaux mémoires ont été publiés, savent quelles ont été les méthodes employées et les plantes qui ont servi de sujets d'expériences. M. Bonnier a étudié la manière dont se transmet la pression : 1° en augmentant ou en diminuant la tension autour de la plante ; 2° en faisant varier la pression en un point donné ; 3° en sectionnant la plante sous l'eau ou dans l'air ; 4° en diminuant la pression sur la section de la plante ou de l'organe qui vient d'être coupé.

On se rappelle que M. Bonnier a ainsi trouvé des différences très nettes entre les espèces ligneuses, les espèces herbacées et les espèces charnues.

A travers les tissus conducteurs des arbres vivants, la pression se transmet très rapidement, mais non pas intégralement. Elle est, en un temps donné, transmise avec une vitesse d'autant plus grande que la distance est moindre entre le tissu considéré et la région où la tension vient de changer brusquement.

Chez les plantes vivantes herbacées, les changements de pression ne se font pas sentir immédiatement, et la pression transmise est, à temps égal, beaucoup plus faible que pour les plantes ligneuses.

Enfin, dans les plantes grasses, la transmission ne s'opère qu'avec une extrême lenteur.

Chez les unes comme chez les autres, les changements de pression autour de l'individu intact n'ont d'effet, dans les tissus, qu'au bout d'un temps très long.

En automne, lorsqu'on coupe brusquement, vers sa base, la tige d'un arbre, on observe dans les couches profondes une variation immédiate de tension. Cette variation se produit également lorsqu'on coupe une plante herbacée, mais n'est pas aussi rapide ; jamais on ne l'observe chez les espèces charnues.

Chez la Sensitive — à l'étude de laquelle M. Bonnier a consacré un mémoire spécial – les dépressions extérieures, tout en provoquant immédiatement dans les feuilles des mouvements qui sont inverses des mouvements ordinaires, et qui ont pour effet d'accentuer la position de veille, ne se communiquent que très lentement à l'intérieur.

Lorsque, sur la même espèce, on déprime l'air directement dans les tissus, cette dépression ne se transmet pas intégralement, mais cependant, à la longue, diminue un peu la tension interne du renflement moteur, et provoque des mouvements tendant vers la position de sommeil.

D'une façon générale, on peut dire d'ailleurs que toutes les circonstances qui influent sur le redressement du pétiole des feuilles de Sensitive augmentent la pression des cellules de la partie inférieure du renflement moteur, et que toutes celles qui agissent en sens inverse diminuent cette pression.

Il est à noter que les mouvements décrits par M. Bonnier chez la Sensitive autour de laquelle un vide partiel a été produit sont inverses

de ceux que jusqu'alors on a observés chez cette plante soumise à la dépression atmosphérique. M. CORRENS (1), récemment encore, et peu avant que parût le mémoire de M. Bonnier, confirmait les anciennes observations de Dutrochet, d'après lesquelles, lorsqu'on fait le vide autour de la Sensitive, le pétiole commun se redresse un peu, tandis que les pétioles secondaires et les folioles prennent la position de sommeil.

Mais ce résultat, ainsi que le montre M. Bonnier, est dû à ce que les auteurs précédents n'ont pas su se préserver d'une cause d'erreur importante. Il faut, en effet, avoir soin d'opérer lentement en faisant le vide autour de la plante. « On sait que, si l'on souffle légèrement sur une feuille de Sensitive, on fait redresser ses folioles ; si on souffle un peu plus fort, on fait rapprocher les pétioles ; si l'on souffle plus fort encore, on fait abaisser toute la feuille. En faisant le vide plus ou moins vite, il se produit un courant d'air plus ou moins fort qui peut provoquer, indépendamment de la dépression, les trois effets précédents, suivant la force de l'aspiration de la pompe ». Il ne faut pas non plus pousser la dépression trop loin, car si le vide se fait à quelques millimètres près, on sait, comme Dutrochet le premier l'a remarqué, que la plante devient insensible et qu'aucun mouvement ne peut plus s'effectuer. C'est donc en opérant avec précaution, c'est-à-dire en faisant fonctionner lentement la machine pneumatique, et aussi en ne dépassant pas une certaine limite de raréfaction de l'air, que M. Bonnier a observé les mouvements signalés plus haut.

Ce résultat, en infirmant les conclusions de M. Correns sur la Sensitive, jette un certain doute sur la valeur de quelques-unes des autres expériences faites par le même auteur, au sujet des mouvements des organes excitables d'autres plantes. Ces expériences ont été évidemment faites dans des conditions analogues, qui comportent la même cause d'erreur. C'est sous cette réserve qu'il faut admettre un certain nombre des faits décrits.

Par exemple, pour les étamines de *Berberis*, M. Correns a constaté que ces étamines, aussitôt qu'on commence à faire le vide, exécutent les mouvements que l'on connaît. Mais, si l'on cesse pendant quelque temps de diminuer la pression, on les voit reprendre leur position initiale, c'est-à-dire s'appliquer contre les pétales ; elles entrent de nouveau en état d'excitation quand la raréfaction continue. N'y a-t-il pas lieu, ici encore, d'attribuer ces mouvements, tout à fait momentanés, au courant d'air produit pendant la dépression ?

Ce qui, en somme, peut paraître le mieux établi par les recherches de M. Correns, c'est l'influence qu'exerce le vide plus ou moins complet sur les différents organes doués de mouvement.

Comme les feuilles de Sensitive, les étamines de *Berberis*, dans un vide partiel, perdent, à partir d'un certain degré, toute sensibilité ; leur

(1) Correns : *Ueber die Abhängigkeit der Reizerscheinungen höherer Pflanzen von der Gegenwart freien Sauerstoffes* (Flora, 1892).

position alors ne diffère guère de la position normale. Les étamines d'*Helianthemum polyfolium* sont comparables, pour le mode de leurs mouvements, à celles de *Berberis* ; mais le vide doit être presque complet. Il en est de même pour les étamines de *Mimulus*, qui se ferment et deviennent rigides dès le moment où la pression descend au dessous de 20 millimètres.

Au contraire, une dépression relativement légère suffit pour supprimer la sensibilité des étamines de Cynarées, telles que la Centaurée ; l'organe ne subit aucun déplacement.

Chez les fleurs des Composées, chez les feuilles des Légumineuses et des Oxalis, les mouvements de veille et de sommeil cessent à un degré de dépression qui varie beaucoup suivant les espèces, et dont les limites oscillent entre 2 à 5 % de la quantité initiale d'oxygène. Lorsqu'on les replace dans l'air ordinaire, toutes ces plantes ne reprennent que peu à peu leurs mouvements normaux, qui, au début, se produisent très irrégulièrement, sans relation bien définie avec le jour et la nuit.

Pour que les feuilles de *Drosera rotundifolia* perdent leur sensibilité, il faut qu'elles aient séjourné au moins six heures dans le vide le plus parfait possible. La plante n'a donc besoin que d'une quantité très faible d'oxygène.

Les Vrilles des Passiflores, telles que la *Passiflora gracilis*, et de diverses Cucurbitacées, telles que les *Sicyos*, *Bryonia*, *Cyclanthera*, etc., deviennent rigides, d'autre part, dès que la proportion de gaz est inférieur à 5 % de la proportion normale.

Dans le vide, il n'y a pas de courbures géotropiques, ainsi que l'a déjà vu M. Wortmann. La dépression à laquelle ces courbures se produisent encore est très variable, et des traces d'oxygène suffisent pour que les plantules d'*Helianthus* se courbent ; les jeunes Choux, au contraire, exigent 5 % de la quantité ordinaire. Il est à remarquer que toutes ces proportions correspondent à celles qui, d'après M. Wieler, sont nécessaires pour l'accroissement.

Quant aux courbures héliotropiques, M. Wiesner a déjà vu qu'elles n'ont plus lieu dans le vide. Mais, fait intéressant, le minimum d'oxygène nécessaire pour qu'elles se produisent est supérieur à celui qui est indispensable aux courbures géotropiques. En donnant ainsi à la plante un volume de gaz suffisant pour les secondes et insuffisant pour les premières, il est donc possible de séparer le géotropisme de l'héliotropisme.

La sensibilité de la plante varie d'ailleurs suivant l'âge ; les plantules supportent des dépressions plus fortes que les plantes adultes.

Toutes ces expériences peuvent être répétées sans que le vide soit fait ; il suffit de diluer l'oxygène avec d'autres gaz indifférents tels que l'hydrogène ou l'azote. C'est, pour M. Correns, une des preuves que, dans tous les phénomènes qui précèdent, la dépression de l'air agit surtout par la diminution d'oxygène qui en résulte.

Cette opinion de M. Correns concorde avec la théorie générale émise

par Paul Bert, que la pression de l'air agit sur les végétaux comme sur les animaux, et n'a d'autre action que celle de la tension d'oxygène du mélange gazeux. Cependant M. JACCARD (1) pense que la théorie ainsi formulée l'est sous une forme trop absolue. L'action qu'exerce la pression de l'air dans les limites compatibles avec l'existence des êtres n'est pas, en effet, à ce point, identique chez les végétaux pourvus de chlorophylle et chez les animaux. Un certain nombre de faits, mis expérimentalement en évidence par l'auteur, prouvent que, chez les premiers, bien que la tension de l'oxygène joue un rôle prépondérant, la pression totale a aussi une action manifeste.

M. Jaccard a suivi l'accroissement d'une cinquantaine d'espèces de plantes, placées dans des conditions particulières de pression, c'est-à-dire :

1° Dans l'air ordinaire, déprimé ou comprimé ;

2° Dans l'air suroxygéné, à la pression normale ou à des pressions inférieures ou supérieures à une atmosphère ;

3° Dans un mélange d'hydrogène, d'azote et d'oxygène, où ce dernier gaz est en proportion inférieure à celle de l'air.

Le développement des plantes cultivées dans ces conditions a été comparé avec celui d'individus poussant, en même temps, à l'air ordinaire et à la pression normale.

Voici les principaux faits constatés par M. Jaccard :

D'une manière générale, l'air raréfié — à une pression variant entre 5 et 40 cm. de mercure — détermine chez les végétaux une accélération de croissance, accompagnée de modifications dans le port et dans l'aspect général de la plante. Cette action est essentiellement variable en intensité suivant les espèces.

L'accélération de croissance devient relativement de plus en plus grande à mesure que la plante se développe et que l'assimilation chlorophyllienne y prend une importance plus considérable.

Comprimé entre 3 et 6 atmosphères, l'air produit également une accélération de croissance, mais plus faible et moins générale que l'air raréfié, et rarement accompagnée de variations morphologiques sensibles.

L'action nuisible de l'air comprimé sur la végétation se manifeste, en général, à partir de 8 atmosphères ; cependant on peut encore obtenir le lent développement de certaines plantes, pendant plusieurs jours, même à 10 et 12 atmosphères de pression.

Lorsque l'air reste à la pression normale, mais est suroxygéné, il n'y a pas d'influence fâcheuse sur la végétation, tant que la proportion d'oxygène ne dépasse pas 90 % ; il y a même parfois accélération de croissance chez certaines espèces.

(1) Jaccard : *Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux* (Revue générale de Botanique. Juillet 1893).

Si, tout en étant suroxygéné, l'air est raréfié de telle façon que l'oxygène ait la tension qu'il possède dans l'air, les plantes se comportent absolument comme dans l'air raréfié, au point de vue de la vitesse d'accroissement et de la morphologie externe ; l'accroissement est accéléré.

Il est, au contraire, très ralenti quand l'air suroxygéné, contenant 70 % d'oxygène, est comprimé jusqu'à ce que la tension de ce gaz soit égale à celle de 10 atmosphères d'air. Il faut ajouter néanmoins que les plantes, même soumises à cette action pendant plusieurs jours, ne semblent pas souffrir ; replacées dans les conditions normales, elles reprennent leur croissance.

Si donc l'oxygène est un poison pour la cellule végétale, c'est un poison très lent, puisque son action nocive ne commence à se manifester que lorsque sa tension atteint dix fois sa valeur normale.

D'autre part, en employant, au lieu d'air, un mélange d'hydrogène, d'azote et d'oxygène, où la tension de ce dernier gaz correspondait à celle qu'il a dans l'air déprimé à 1/3 et 1/5 d'atmosphère, M. Jaccard a remarqué que les plantes cultivées dans ce mélange ne se comportent pas du tout comme dans l'air ordinaire, raréfié à ces mêmes pressions de 1/3 ou 1/5 d'atmosphère.

Dans un autre mélange où la pression totale des trois mêmes gaz était celle de l'air ordinaire à 1/2 atmosphère, les cultures ont également présenté des caractères tout autres que dans une 1/2 atmosphère d'air.

Ce sont ces derniers faits qui ont amené M. Jaccard à soutenir que l'air agit sur la cellule, non seulement par la tension de son oxygène, mais aussi par sa pression totale.

Quelquefois, dans la nature, la composition normale de l'air se trouve modifiée par la présence de quantités assez grandes d'acide carbonique. Lorsqu'un champ a été récemment fumé, par exemple, les recherches de Boussingault ont fait connaître que l'acide carbonique peut représenter les 10 % de l'atmosphère contenue dans les pores de la terre. La présence de ce gaz étranger influe-t-elle sur le développement des racines, et, par contre-coup, sur la végétation générale de la plante ?

Après MM. de Saussure et Boehm, qui se sont déjà préoccupés de cette question, mais sans la résoudre complètement, M. Jentys (1) vient d'entreprendre de nouvelles expériences.

L'auteur a cultivé des Haricots, des Lupins, du Blé et du Seigle, dans des pots en verre. Le fond de chaque pot est percé d'un trou par où passe un court tube amenant, soit de l'air atmosphérique ordinaire, soit de l'air enrichi d'acide carbonique dans les proportions de 4 à 12 %. La méthode employée diffère ainsi de celles de de Saussure et de

(1) S. Jentys : *Sur l'influence de la pression partielle de l'acide carbonique de l'air souterrain sur la végétation* (Extrait du Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie ; Juillet 1892).

M. Boehm en ce que les tiges et les feuilles se trouvent ici dans l'atmosphère ordinaire, tandis que, dans les essais précédents, la plante tout entière était entourée par une atmosphère confinée, riche en acide carbonique.

La cause en doit-elle être attribuée à ce perfectionnement du dispositif? M. Jentys, en tout cas, n'a jamais observé une action aussi nuisible que le signale M. Boehm. Il est vrai cependant que la végétation est ralentie.

Plus l'air dans lequel vivent des racines de Haricot est riche en acide carbonique, plus est faible le développement de la plante ; la racine primaire reste courte et a peu de radicelles. Il en est de même pour le Lupin et le Seigle.

Le Blé seul, parmi les quatre plantes étudiées, a très peu souffert ; une proportion de 12 °/₀ d'acide carbonique n'a pas eu, même après 31 jours de culture, d'influence très sensible sur son poids total, sec ou humide.

Cela indiquerait que les plantes supportent inégalement la présence, autour de leurs racines, de l'acide carbonique de la terre. Il serait alors intéressant de s'assurer s'il y a quelque rapport entre cette sensibilité variable et la prédilection de certaines plantes cultivées pour les terrains légers, bien aérés. Peut-être les espèces qui n'aiment pas les terres récemment fumées n'y végètent-elles pas bien à cause de l'accumulation de l'acide carbonique produit par la fermentation du fumier. Ce serait la présence de ce gaz qui nuirait à leur accroissement.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

la Description et la Géographie des Lichens

PUBLIÉS EN 1892 ET 1893 *(suite)*.

Une espèce nouvelle de ce même genre *Verrucaria* est décrite en Angleterre par M. MASSEE (1). Elle a été récoltée par M. Batters et nommée par M. MASSEE *V. lætevirens*. Ce nom est dû à son thalle d'un vert olivâtre brillant. Ses spores incolores, simples et de petites dimensions, la font placer par l'auteur dans le groupe du *V. maura* Wahlenb. et près du *V. microsporoides* Nyl., mais elle s'en éloigne par la présence de paraphyses dans ses apothécies. Il faut faire remarquer que ce nom a déjà été donné par WEDDELL à un *Verrucaria* du même groupe, *V. microspora* var. *lætevirens* Wedd. (2) et par conséquent la belle espèce de M. Massee devra prendre un autre nom. Quoiqu'il en soit, l'Angleterre possède maintenant 16 *Verrucaria*, habitant les rochers baignés par les flots de la mer. MM. SCHACKLETON et HEBDEN font connaître dans une courte notice (3), 8 Lichens nouveaux pour la flore anglaise et déterminés par M. Nylander. Sept d'entre eux sont des *Verrucaria* et le huitième est un *Lecidea* (*Biatora*) calcicole, dont le premier exemplaire connu, chose remarquable, a été récolté en 1878 par M. Almquist sur la côte asiatique du détroit de Behring. Quant aux 7 *Verrucaria*, 2 sont des espèces entièrement inconnues (*V. malhamensis*, qui a le facies du *V. Dufourii* D. C. et *V. spurcella*, lequel se sépare du *V. intercedens* Nyl. par un thalle plus mince, obscurément enfumé), 3 sont des variétés également nouvelles, et les 2 autres des espèces déjà observées en Europe ; l'une de ces dernières, le *V. hydrela* Ach. l'a été déjà il y a longtemps en Angleterre, et si elle se trouve sur cette liste de nouveautés, c'est qu'elle est marquée comme *obscurior*, ce qui est peut-être insuffisant pour la faire passer comme nouvelle.

Dans le nord de l'Europe, M. HULTING (4) indique, comme il l'a fait l'année précédente des localités nouvelles pour un certain nombre de

(1) G. Massee : *A new marine Lichen*, avec 1 pl. (The Journal of Botany, 1892).
(2) H. A. Weddell. *Excursion lichénologique dans l'île d'Yeu*, p. 303.
(3) A. Schackleton and Th. Helden : *New british Lichens.* (The Naturalist, 1892).
(4) J. Hulting : *Lichenes nonnulli Scandinaviæ.* (Botaniska Notiser, 1892).

Lichens de la Suède. Sur 23 qu'il énumère l'un est nouveau, déterminé et décrit par M. Nylander, *Lecidea ostrogothensis*, *Biatora* du groupe du *Lecidea vernalis* Ach. Ce dernier fait partie d'une collection que M. Hulting fera connaître plus tard. M. Hedlung (1) propose une nouvelle méthode pour la classification des Lichens crustacés. Pour arriver à les grouper de façon que les principales espèces possèdent sans variation les caractères du genre, il fallait, dit cet auteur, la profonde connaissance que je possède de leur structure anatomique et de leur développement. Peut-être eut-il été plus sage, ou au moins plus modeste, de laisser au lecteur le soin de formuler ce jugement. Les genres proposés par le lichénologue suédois sont au nombre de trois : *Lecanora*, *Lecidea* et *Micarea*. Le premier emprunte ses espèces aux genres *Lecanora*, *Lecania*, *Gyalolechia* et *Biatora* ; le second aux genres *Lecanora*, *Bilimbia*, *Biatorina*, *Catillaria*, *Lecidea*, *Bacidia*, *Toninia*, *Psora* et *Arthrospora* ; dans le troisième se trouvent des espèces prises dans les genres *Bilimbia*, *Biatorina*, *Catillaria*, *Biatora* et *Lecidea*. On voit que c'est un bouleversement complet de la nomenclature actuelle. Pour délimiter ses genres, M. Hedlung s'appuie sur l'étude des hyphes et des gonidies du thalle et surtout sur la structure de l'apothécie. Quant à la détermination, répudiant, dit-il, les caractères tirés de la forme des spermaties et des réactions chimiques, il la fait d'après l'examen des différentes parties qui constituent l'apothécie, excipule, épithécium, paraphyses, etc. ; les spores n'ont qu'un rôle assez secondaire, du moins quant au nombre de leurs cloisons. Il faut d'abord remarquer que cet auteur, s'il possède une grande science, manque un peu de logique, car partout il se sert des spermaties et il différencie la variété *abbrevians* (variété nouvelle) du type *Lecanora varia* Ach., principalement par la réaction de l'iode. Puis, au moyen des caractères qu'il emploie, forme-t-il des groupes naturels ? Je ne le crois pas, car en suivant son système, il arrive à mettre les unes près des autres des espèces qui, en réalité, ne sont nullement affines. Par exemple le *Lecidea atropurpurea* (Schær.) Nyl., *Catillaria atropurpurea* Th. Fr., et le *Biatorina Neuschildii* Koerber deviennent des *Lecanora*, à cause de la structure de leur excipule. Mais il ne contient pas de gonidies, pourrait-on objecter, caractère exigé pour entrer dans ce genre. M. Hedlunb, nullement embarrassé, répond qu'elles sont détruites. Cette réponse n'a rien de scientifique ; une simple assertion ne suffit pas, il faudrait montrer qu'à un certain moment du développement de l'apothécie des gonidies se trouvaient dans l'excipule et qu'ensuite elles en ont disparu. Mais, de ce fait, on doit tirer une conclusion qui est loin d'être favorable à M. Hedlund : puisque l'excipule est construit de la même façon soit qu'il contienne des gonidies (*Lecanora*), soit qu'il en soit dépourvu (*Lecidea*), il s'ensuit que le caractère tiré de

(1) T. Hedlund : *Kritische Bemerkungen uber einige Arten den Flechlengattungen* Lecanora (Ach.), Lecidea (Ach.) und Micarea (Fr.), *mit 1 Tafel.* (Bihang till Kongliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar).

l'anatomie de cet organe n'est pas bon, et comme il est la base du système de ce lichénologue, ce système se trouve ruiné. Il nous est encore permis de conclure de là que jusqu'à ce jour il a été impossible de trouver un caractère séparant nettement le genre *Lecidea* du genre *Lecanora*, ce qui a été démontré depuis longtemps par M. Nylander, qui a fini en 1882 par les réunir sous le titre de *Lecano-lecideei*. Si l'on m'objectait que M. Hedlung n'a cité que deux espèces de son nouveau genre *Lecanora* qui soient dépourvues de gonidies dans leur excipule, je répondrais que ces deux exceptions suffisent pour renverser la théorie de cet auteur, et qu'ensuite ses investigations n'ont porté que sur à peine un cent d'espèces de *Lecanora* et de *Lecidea*, quand il en existe de 1500 à 2000. Si l'on examine maintenant les caractères donnés à chacune des quatre divisions du genre *Lecanora*, on voit que pour les trois premières ils rentrent les uns dans les autres, à l'exception d'un seul propre à chaque section, et que pour la quatrième il n'en est présenté aucun. Les deux qui sont indiqués appartiennent à la deuxième et à la troisième section, et le genre *Lecania* cité comme type ne signifie rien, puisqu'il est pris dans des sens divers par différents auteurs. Massalongo, qui l'a créé, lui attribue des espèces ayant de 12 à 16 spores 3 septées dans chaque thèque, tandis que chez M. Th. Fries les spores des espèces de son genre *Lecania* sont 2-3 septées et au nombre de 8-16 dans les thèques. Enfin M. Hedlund attribue à son *Lecanora cyrtella*, *Lecidea cyrtella* Ach., des pycnoconidies filiformes, et il y a plusieurs années que M. Nylander les a décrites comme lagéniformes. Tout en rendant un hommage mérité aux longs et minutieux travaux du savant suédois, je pense qu'il est plus sage, si l'on veut bien déterminer un Lichen, de ne pas suivre ce système fatalement poussé vers le fractionnement des espèces et des variétés et de s'en tenir à l'ancienne manière.

Dans un double voyage qu'il fit dans la Laponie russe, M. Kihlman (1) récolta dans la presqu'île de Kola 214 Lichens (tant espèces que formes et variétés) dont 77 n'avaient pas été signalés dans cette région. Ce mémoire, comme le dit l'auteur, est le complément de celui de M. Nylander (2) sur la Laponie orientale, mais ce dernier embrasse une étendue de terrain plus grande. La collection de M. Kihlman, déterminée par M. Nylander, nous offre 3 espèces et 7 formes nouvelles. L'une de ces espèces, photographiée dans la planche qui accompagne cet opuscule, est très remarquable. C'est un *Alectoria* voisin de l'*A. ochroleuca* (Ehrh), l'*A. vexillifera*, qui a été ainsi nommé par M. Nylander parce que ses rameaux en partie très ténus comme ceux de ses congénères, s'élargissent par places et atteignent alors une largeur d'au moins 2 centimètres. La deuxième espèce nouvelle est le *Platysma nigriscascens* Nyl.

(1) Osw. Kihlman : *Neue Beitrage zur Flechtenflora der Halb-Insel-Kola* (Meddel. af Societas pro Fauna et Flora fennica (1891).

(2) W. Nylander : *Lichenes Lapponiæ orientalis.*

et la troisième un *Verrucaria*, le *V. hæsitans* Nyl., parasite sur le thalle d'un autre Verrucaire.

Du nord de l'Europe nous descendrons en Autriche où nous avons à faire connaître trois courts Mémoires de M. le docteur ZAHLBRUCKNER. Le premier de ces opuscules (1) est consacré à l'examen de 6 genres de Lichens dont Kuntze dans sa *Revisio generum plantarum* a demandé, pour raison de priorité, le changement de nom. M. Zahlbruckner accepte les idées de ce savant botaniste pour 2 de ces genres : le genre *Lichina* Ag. (1817) doit céder le pas au genre *Pygmæa* Staek (1809) et alors le *Lichina pymæa* Ag. prend le nom de *Pygmæa pumila* Kutz. De même *Lobaria* Schreb. l'emporte sur *Sticta* Schreb., mais seulement pour les Lichénologues qui, comme Tuckerman ou M. Wainio, placent sous le même genre toutes les Stictées, qu'elles aient des gonidies ou des gonimies. Quant aux autres noms proposés par M. Kuntze, *Tubercularia* Wigg. et Web. à la place de *Bœomyces* Pers., *Gabura* Adans. pour *Collema* Wig., *Letharia* au lieu de *Chlorea* Nyl. et *Lagerheimina* en remplacement d'*Urceolaria* Ach., M. Zahlbruckner les rejette parce que les 2 premiers ne s'accordent pas avec les espèces qui leur sont attribuées et les 2 autres par la raison que *Chlorea* Nyl. n'est pas admis par tous les auteurs et que déjà certains ont substitué *Deiploschistes* à *Urceolaria*. Le second des Mémoires de M. Zahlbruchner (2) est la continuation de l'énumération des Lichens de la Basse-Autriche : 129 espèces ont été récoltées dans cette région, et 69 d'entre elles ne se trouvent pas dans les listes précédentes. On y remarque 2 formes nouvelles : *Ramalina pollinaria* f. *nitidinscula* et *Xanthoria pygmæa* f. *fulva*, et 2 Verrucariées de Koerber, *Segestrella Ahlesiana* et *Sagedia austriaca* qui passent dans le genre *Segestria*. Quoique l'altitude des localités visitées ne dépasse pas 700 mètres, plusieurs espèces de cette collection appartiennent néanmoins à la flore subalpine ou alpine. A propos de ces Lichens, je ferai une remarque intéressante pour la géographie botanique : trois des Lichens regardés par l'auteur comme subalpins, *Gyrophora cylindrica* et *G. pollyphylla*, et *Cladonia gracilis*, et l'un de ceux qu'il donne comme ne végétant que sur les hautes Alpes, le *Rinodina oreina* f. *Mougeotioides*, se rencontrent en France, dans la forêt de Fontainebleau, à une altitude qui ne dépasse guère 100 ou 150 mètres. Dans le cours de son énumération, M. Zahlbruckner indique le *Rinodina oreina* Mass. comme présentant la même réaction que sa forme *Mougeotioides*, mais d'après M. Nylander cette espèce ne vit que dans les régions arctiques (3) et n'a aucune réaction par la potasse. Enfin le troisième Mémoire de ce

(1) A. Zahlbruckner : *O. Kuntze's : « Revisio generum plantarum » mit Bezung auf einige Flechtengattungen* (Hedwigia, 1892).

(2) A. Zalbruckner : *Beiträge sur Flechtenflora Niederösterreichs*, IV. (Verhandlangen der K. K. Zoologisch-botanischen Gesselschaft in Wien, 1891).

(3) E. Stizenberger, *Lichenes helvetici* p. 104.

lichénographe (1) est relatif à la Flore cryptogamique de la Haute-Autriche, région pauvre en Lichens. Néanmoins M. Zahlbruchner regarde comme intéressantes les 29 espèces qu'il a récoltées près des chutes de la Traun, principalement sur des roches calcaires. La raison qu'il en donne est que d'une part certaines d'entre elles ne se trouvent pas dans l'ouvrage de Poetsch et Schiedermayer sur les Lichens de la Haute-Autriche, et que d'autre part elles ont une véritable importance, par rapport à la diffusion des Lichens dans cette province. En Bohême, M. Novak, professeur au gymnase de Deutschbrod (2) décrit, le plus souvent assez brièvement, 185 espèces de Lichens qu'il a récoltées dans les environs de cette ville. Cet ouvrage est en quelque sorte une flore des Lichens de la Bohême, car on y trouve les noms de ceux qui végètent dans ce royaume et qui ne se sont pas rencontrés autour de Deutschbrod. L'auteur a divisé ses récoltes, d'après la méthode de Massalongo et de Koerber en 65 genres, dont quelques-uns appartiennent aux Champignons, *Celidium*, *Abrothallus*, etc. Nous y remarquons une espèce nouvelle, le *Gyalecta Steini*, on pourrait encore citer comme nouveauté le *Tichothecium Opegraphæ*, mais ce genre parasite est généralement mis maintenant au nombre des Champignons. M. Novak n'indique presque jamais le nom du botaniste qui a uni le nom spécifique au nom générique, il écrit par exemple *Cetraria islandica* (L.) : ce n'est ni correct, ni propre à faciliter les recherches. Cet auteur a préféré le nom de *Cladonia uncinata* Hoffm. à celui qui est ordinairement employé de *Cl. cenotea* Ach. ; M. Wainio (*Monographia Cladoniarum* I, p. 472), fait remarquer que ce nom d'Hoffmann ne désigne rien de précis. De plus le *Cladonia crispata* (Ach.) Flot. est placé comme simple variété sous le *Cl. furcata* (Huds.) Schrad., ce qui est inadmissible, le premier ayant de petits scyphes et le second n'en possédant pas, M. le docteur Müller dans ses *Contributions lichenologiques* nº 381 affirme, avec raison, que ces deux *Cladonia* sont absolument distincts. Il est assez remarquable que la préface de cet ouvrage, paru en 1893, soit datée de 1886.

Avec M. Sandstede nous remontons vers le nord-ouest et nous descendrons ensuite avec M. Arnold dans la Bavière pour gagner l'Italie en traversant le Tyrol à la suite de ce dernier et de M. Kernstock. M. Sandstede est, pour cette région, l'auteur de trois Mémoires. Il énumère d'abord (3), d'après la méthode de M. Nylander, les Lichens de sept îles situées sur les côtes de la Frise orientale dans la mer du Nord. Ceux de Wangerooge, Spiekerooge, Baltrum, Norderney et

(1) A. Zahlbrukner : *Zur Kryptogamenflora Oberösterreich*. (Oesterrichische botanische Zeitschrift, 1891).

(2) J. Novak : *Die Flechten der Umbegung von Deutschbrod nebst einem Verzeichnis der überhaupt in Böhmen entdeckten Arten* (Archiv. der naturwissenschaftl. Landesdurchforschung von Böhmen) Prag. 1893).

(3) H. Sandstede : *Die Lichenen der ostfriesischen Inseln*. (Abhandlungen verausgegeben hom naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen, 1892).

Borkum ont été récoltés par l'auteur lui-même ; M. Uhlig a exploré l'île de Langeooge et M. Leege, instituteur, celle de Juist. C'est Norderney qui a fourni le plus grand nombre d'espèces : 84, et Langeooge n'en a donné que 39 ; pour les autres le total varie entre 68 et 72. Dans un résumé en forme de tableau qui termine son travail, l'auteur montre que les Lichens végétant dans ces 7 îles sont au nombre de 129, dont 27 ont été recueillis dans chacune d'elles. Les espèces que l'on trouve habituellement sur les bords de la mer manquent dans cette collection, à l'exception du *Ramalina intermedia* Del., et encore ce *Ramalina* pénètre-t-il çà et là dans l'intérieur des terres. La première famille, celle des Ephébacées, n'y est pas représentée ; la seconde, celle des Collémacées, ne l'est que par deux *Leptogium*. Dans la troisième, les genres *Calicium*, *Sphœrophoron*, *Bœomyces*, *Pannaria*, tous ceux de la tribu des Stictées, etc., font défaut. Le *Parmelia perlata* Ach., si commun en Allemagne et chez nous, n'y a pas été observé ; il en est de même du *Lecanora parella* Ach. Enfin le groupe du *Lecanora cinerea* Ach. n'est représenté que par une espèce, *L. coarctata*, et celui du *Lecidea contigua* Fr. n'en a fourni également qu'une seule, *L. crustulata* Ach. La végétation lichenique de l'île de Neuwerk (1), située à l'embouchure de l'Elbe, ne diffère guère de celles des sept îles dont nous venons de parler. Cependant on y remarque deux espèces des rochers baignés par la mer, le *Lecanora prosechoides* Nyl., qui y est très abondant, et le *Verrucaria maura* Wahlenb. Le total des Lichens de Neuwerk est de 79, le genre *Lecanora* est comme dans la collection précédente, celui qui a le plus grand nombre d'espèces, mais ici la proportion est plus forte, 29 sur 79, et dans celle des sept îles, 32 sur 129. Ici les Collémacées ne sont pas représentées et les genres cités plus haut manquent également, ainsi que le *Parmelia perlata* Ach. Il faut signaler cependant la présence du *Lecanora gibbosa* Ach. et du *Pertusaria leioplaca* Schær. Dans son troisième Mémoire, M. Sandstede (2) donne un premier supplément à sa Flore lichénique des terres basses du nord-ouest de l'Allemagne parue en 1889 (3). Ce supplément porte le nombre des Lichens de cette région, en y comprenant quelques parasites, à 366. L'auteur ne se contente pas de nommer les espèces et les variétés nouvelles pour sa flore, il reprend un grand nombre des anciennes pour en indiquer des localités non encore connues.

En Bavière, M. Arnold, dont les années ne peuvent ralentir l'ardeur pour l'étude des Lichens, a donné au commencement de cette année 1893, les numéros 1539-1568 de sa grande collection d'exsiccatas et les numé-

(1) H. Sandstede : *Ubersicht der auf der Nordseeinsel Neuwerk beobachten Lichenen.* (Même recueil et même volume).

(2) Sandstede : *Beiträge su einer Lichenenflora des nordwest-deutschen Tieflandes.* Erster Nachtrag. (Même recueil et même volume).

(3) *Revue générale de Botanique*, t. II, p. 406.

ros 216-280 pour celle qu'il a limitée à la région qu'il habite (1). En même temps ce savant a publié deux numéros de ses *Fragments lichénologiques* (2). Dans le premier il rend service aux travailleurs qui étudient « le genre le plus difficile des Lichens » les *Cladonia*, en donnant des éclaircissements sur les types de l'ouvrage de Floerke (3) qui ne sont pas dans l'herbier de ce savant. M. Arnold a a fait photographier la plupart des espèces ou variétés dont il parle. L'herbier de Floerke conservé à Rostock a été examiné par deux hommes tout à fait compétents dans la matière, MM. Coemans et Wainio, et par conséquent les espèces qu'il contient sont maintenant bien connues ; comme je l'ai dit, cet herbier ne renferme pas tous les types du traité *De Cladoniis* ; M. Arnold a eu la bonne fortune de les retrouver dans des paquets de doubles. Dans le second numéro, il parle des différentes espèces de *Cladonia* publiées par Flotow en exsiccatas ; il les a fait photographier et les a publiées dans ses exsiccatas sous les numéros 1450-1463. Mais il se trompe en disant que l'herbier de Lenormand, contenant des *Cladonia* de Delise, est à Vire ; cet herbier appartient à la Faculté des sciences de Caen.

C'est encore M. Arnold qui nous conduit dans les montagnes du Tyrol où chaque année il va passer ses vacances. Depuis 1868, il étudie les Lichens de ce pays et en récolte un bon nombre pour ses exsiccatas : de 1890 à 1892 il a exploré la province d'Arlberg (4) et s'est élevé à une altitude qui varie de 904 à 2343 mètres, il en a rapporté des centaines de Lichens dont il est bien difficile de donner une idée parce qu'ils sont classés d'après le substratum sur lequel ils ont été récoltés, et nécessairement les différentes listes ont des espèces communes. Mais il paraît que le Tyrol est une mine de Lichens inépuisable, car de son côté, M. le professeur Kernstock (5) en rapporte aussi des quantités qu'il classe de la même manière que le savant lichénologue de Munich : Lichens saxicoles, terrestres et corticoles, en faisant précéder chaque liste du nom de la roche et de l'arbre sur lesquels les différentes espèces ont été prises. Comme celui-ci, il fait souvent suivre le nom spécifique d'une courte description et de la mesure des spores. Les localités que M. Kernstock a visitées sont Jenetien près de Bozen et le mont Gazza. Bozen a été exploré en 1870 par M. Arnold et revu bien des fois depuis.

M. Jatta (6), bien connu par ses travaux sur les Lichens de l'Italie

(1) F. Arnold : *Lichenes monacenses exsiccati.*

(2) F. Arnold : *Lichenologische Fragmente*, 31 et 32. (Œsterreichische botanische Zeitschrift.).

(3) H. G. Floerke : *De Cladoniis difficillimo Lichenum genere Commentatio nova.* Rostochii, 1828.

(4) F. Arnold : *Lichenologisch Ausflüge in Tirol*, XXV, der Arlberg. (Verhandlungen der k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, 1893).

(5) E. Kernstock : *Lichenologische Beiträge*, III et IV (Même recueil, 1891-1892).

(6) A. Jatta : *La Peltigera rufescens* Hoffm. *var. innovans* Flot. (Bulletino della Societa botanica italiana, 1892).

et notamment par sa *Monographie des Lichens de l'Italie méridionale*, publie en ce moment des matériaux pour un recensement général des Lichens de toute cette contrée. En attendant que cet ouvrage soit complété, citons un court Mémoire de ce lichénographe sur le *Peltigera rufescens* var. *innovans* Flot. Cette variété diffère du type et est caractérisée par de petites squamules qui s'accumulent sur le bord de son thalle et lui donne un aspect frangé. En en examinant un exemplaire récolté sur le mont Stabiani ; M. Jatta crut reconnaître des céphalodies, mais l'examen des gonimies de ces squamules lui montra que celles-ci ne diffèrent en rien de celles du thalle. Une coupe, faite à travers d'un petit point noir qu'il avait remarqué à la loupe, le mit en présence de nombreux corpuscules bacillaires, très courts, un peu épaissis dans le milieu et légèrement courbés. Comme, d'après M. Jatta, cette variété *innovans* Flot. n'a jamais été récoltée avec des apothécies, il s'en suivrait que ce sont ces corpuscules ou spermaties, selon lui, qui la multiplient et que le *Peltigera rufescens* Hoffm. est une plante dioïque : le Lichen typique portant les apothécies et la variété les spermogonies. Il est regrettable qu'il n'ait ni parlé des stérigmates ni donné la mesure des « spermaties » car ces dernières telles qu'il les décrit ressemblent beaucoup aux stylospores des *Peltigera*, que l'on trouve dans le classique ouvrage de Tulasne (1). Si M. Jatta a réellement trouvé les spermaties de ce *Peltigera*, il a fait une découverte intéressante, car jusqu'alors les spermaties de toutes les espèces de ce genre n'ont pas été observées. Mais je dois faire remarquer que ce *P. rufescens* var. *innovans* Flot. *Lich. Silesiæ*, p. 124, est une plante critique. Koerber (2) reproduit l'indication donnée par Flotow, Stein (3) n'en parle pas, mais M. le docteur Arnold (4), qui connaît bien les Lichens allemands, réunit cette variété au *P. canina* f. *ulophylla* Wallr., et il ne serait pas impossible que la variété de M. Jatta rentrât dans le *P. canina* f. *undulata* Del. que j'ai récoltée fertile (5). En rendant à cette forme le nom de Delise, je me suis rencontré avec M. Arnold (6) sans le citer ; je pense qu'il ne m'en veut pas de cette omission. Il est donc impossible, pour le moment, de tirer une conclusion du Mémoire de M. Jatta. Cet auteur, qui avait visité l'île d'Ischia en 1879, y est retourné en 1891 dans l'espoir d'y rencontrer quelques espèces nouvelles pour l'Italie méridionale. Sur les 202 espèces de Lichens (199 en retranchant 1 *Abrothallus* et 2 *Celidium*) qu'il a récoltées dans cette île (7), 9 ne se trouvent pas dans sa *Monographie* citée plus

(1) L. R. Tulasne, *Mémoire pour servir à l'histoire organographique et physiologique des Lichens*, p. 28 et pl. IX, fig. 16 et 17.

(2) G. W. Koerber, *Systema Lichenum Germaniæ* p. 60.

(3) B. Stein, *Kryptogamen-Flora von Schlesien*. Flechten, p. 87.

(4) F. Arnold, *Zur Lichenenflora von München*, p. 37.

(5) Abbé Hue, *Lichens de Canisy*, p. 28.

(6) F. Arnold, *Die Lichenen des frankischen jura*, p. 68.

(7) A. Jatta : *Licheni raccolti nell' isola d'Ischia fino all'agosto del 1891*. (Bolletino della Societa botanica italiana. 1892).

haut, et il a même eu la bonne fortune de mettre la main sur 5 nouveautés : *Biatora viridula*, *Buellia leptoclinis* var. *inarimensis*, *Bilimbia sublutescens*, *Leptographa toninioides* et *Opegrapha Dilleniana* var. *subfumosa*.

M. Baroni nous fait remonter vers le nord de l'Italie, et nous conduit d'abord en Toscane (1). La collection de Lichens qu'il a formée dans cette région se monte à 142 espèces dont 19, ainsi que 12 variétes, n'y avaient pas encore été remarquées. Elles sont réparties en 18 familles d'après la méthode de Kœrber, et divisées d'après leur substratum en corticoles, muscicoles, saxicoles et omnicoles ; celles qui végètent sur les roches peuvent être calcicoles, silicicoles ou indifférentes. Les Lichens que les Lichenographes qualifient ordinairement de terrestres sont placés par cet auteur dans les deux dernières classes (saxicoles et omnicoles). M. Baroni cite toujours des exsiccatas après le nom de chaque espèce, mais il le fait souvent d'une façon peu utile pour celui qui veut étudier et comparer. Il lui arrive parfois de ne pas donner le numéro de ces exsiccatas, ce qui permet de douter qu'il les ait vus, et pour ceux de Hepp il écrit presque constamment le nombre résultant de l'addition de ceux de Schærer et de ceux de cet auteur, tandis qu'ordinairement on cite le nombre placé par Hepp au commencement de son étiquette. Si l'on veut comparer la citation de Hepp faite par M. Baroni à celle d'un autre auteur, et cela peut être parfois utile, il faut recourir ou à la collection elle-même ou à l'ouvrage dans lequel Hepp a publié ses étiquettes (2). Il ne suffit pas de savoir que les exsiccatas de Schærer renferment 650 numéros, car si l'on retranche ce nombre de celui qui est donné par M. Baroni, on n'arrivera pas à celui qui est indiqué couramment. Cet auteur emploie comme réactifs sur le thalle, pour la détermination des espèces, en plus de la potasse caustique et du chlorure de chaux ; la solution aqueuse d'iode et l'acide sulfurique. A propos de réactions, je ferai remarquer que c'est à tort qu'il affirme que le thalle du *Placodium albescens* (Hoffm.) Mass., *Lecanora galactina* Ach., jaunit par la potasse ; cette espèce est absolument insensible à l'action de ce réactif. Si la réaction existe réellement, il est fort probable que les échantillons dont parle M. Baroni appartiennent au *Lecanora subfusca* var. *campestris* Schær. ; du reste des caractères importants et autres que la réaction séparent ces deux espèces. Dans la province de Brescia ; et sur le territoire arrosé par l'Oglio et ses deux affluents, la Mella et la Chiese, M. Rodegher a récolté 50 Lichens qui ont été déterminés par M. Baroni (3). Quoique ce pays soit montagneux, puisqu'il est traversé par une ramification des Alpes Rhétiques dont l'altitude est parfois de 2000 mètres,

(1) E. Baroni : *Contribuzione alla Lichenografia della Toscana* (Nuovo Giornale botanica italiano, 1891).

(2) P. Hepp : *Abbildungen und Beschreibung der sporen der Flechten Europas*, Zurich, 1853-1869.

(3) E. Baroni : *Licheni raccolti dal prof. E. Rodegher nell' Italia superiore* (Bulletino della Societa botanica italiana, 1893).

on ne voit dans cette collection que 3 Lecanorées et 3 Lecidées et peu d'espèces alpestres ; le genre *Cladonia* est de tous le mieux représenté avec 13 espèces. M. le professeur Arcangeli (1) a parcouru en 1876 et en 1880 les monts Cenis et Rosa, il s'y est élevé jusqu'à environ 3000 mètres, et il en a rapporté 19 espèces de Lichens, pour la plupart fruticuleux ou foliacés. Si l'on jugeait, par cette collection, l'importance de la végétation lichénique de ces deux montagnes, on devrait reconnaître qu'elle est excessivement pauvre et tout à fait en désaccord, sous le rapport de la richesse, avec celle de toutes les autres parties des Alpes. Il est fort probable que l'éminent Directeur du Jardin botanique de Pise ne s'est pas proposé spécialement, en visitant les monts Cenis et Rosa, d'en ramasser les Lichens. A quoi bon la publication de M. Baroni ? Est-ce pour faire connaître le *Roccella fuciformis* Ach., récolté sur le sommet du Ronche, près du mont Cenis ? Le genre *Roccella* est essentiellement maritime, et je ne sache pas qu'on en ait encore signalé quelque espèce dans l'intérieur des terres. La découverte de cet exemplaire sur le mont Cenis serait donc fort importante ponr la distribution géographique du genre *Roccella*. L'auteur paraît la donner comme une chose naturelle ; mais que l'on se rassure, la détermination semble être fausse. M. Baroni dit que le thalle de son espèce est insensible à l'action du chlorure de chaux, et, d'après M. Nylander, ce réactif en teint les sorédies en rouge (2). De plus M. Baroni écrit *Arthrorhaphis flavovirescens* (Borr.) Th. Fr. (3). Dans quel ouvrage de M. Th. Fries a-t-il pris cette indication ? D'abord ce nom spécifique *flavovirescens* appartient à Dickson (4), puis on trouve dans Th. Fr. *Lich. arctoi* p. 203 *Arthrorhaphis flavovirescens* (Dicks.) ; c'est Kœrber *Syst. Lichen Germ.* p. 268 qui donne le nom de Borrer, mais sous un autre nom générique, *Raphiospora flavovirescens* Borr. Si cette détermination est vraie, il y a encore là une découverte qui aurait dû être signalée. Ce Lichen est terrestre ou muscicole, et M. Baroni prétend qu'il est corticole dans la forêt de Lanslebourg. Mais il est à craindre que cettte espèce ne soit pas mieux déterminée que le *Roccella fuciformis* Ach. De ces observations, on est en droit de conclure que si l'on devait citer les espèces de M. Baroni, on ne devrait le faire qu'après vérification. Du reste, cet auteur paraît s'appuyer sur l'autorité de M. l'abbé Olivier. Pour terminer ce qui regarde l'Italie, citons encore un travail dû à M. Micheletti (5) qui tend à prouver que l'*Isidium corallinum* Ach., *Pertusaria corallina* Arn., n'est qu'un état appauvri de l'*Ochrolechia parella*, *Lecanora parella* Ach., et représente la var.

(1) E. Baroni : *Lichenes pedemontani a cl. prof. Arcangeli in monte Cinsio et monte Rosa annis 1876 ac 1880 lecti.* (Même recueil, 1892).

(2) A. Hue, *Lichenes exotici*, p. 61.

(3) M. Baroni met à tort *Artroraphis*, le grec est arthros, articulé.

(4) Dickson *Fascic. plant. cryptog* ; III, p. 13.

(5) L. Micheletti : *Ochrolechia parella* var. *isidioidea* Massol. (Bulletino della Societa botanica italiana, 1893).

isidioidea Mass. Sur la partie d'un mur exposé à l'Est et recevant bien la lumière du soleil s'étend l'*Ochrolechia parella* typique, c'est-à-dire avec des apothécies ; sur l'autre partie de ce nom située au Nord, battue par les vents et ombragée par un bouquet d'arbres, on ne trouve que la var. *isidioidea* Mass. L'angle du mur fait la séparation des deux espèces, et cette séparation est si complète qu'on ne trouve pas une seule apothécie sur la partie septentrionale du mur, ni une seule trace d'*Isidium* sur celle qui regarde le Levant. L'assimilation des deux Lichens serait possible, car le thalle de l'un et de l'autre jaunit par la potasse, mais pour que l'observation de M. Micheletti soit aussi probante qu'il le prétend, il aurait fallu qu'il arrivât à découvrir quelques apothécies sur le côté Nord du mur ou quelques traces d'*Isidium* sur la partie Est, ou encore qu'il s'appuyât sur une similitude anatomique entre les deux thalles. L'*Isidium corallinum* Ach. appartient en réalité au *Pertusaria dealbata* Ach.

Avant de passer en Grèce, citons un Lichen récolté autrefois en Espagne par Clément et nommé par M. Mueller (1) *Pertusaria Clementiana*; cette espèce, conservée dans l'herbier de Kew, se place près du *P. monogena* Nyl. M. le docteur Fr. Kerner a exploré trois localités de l'Attique, les monts Pentelique et Hymette, ainsi que le cap Sunium et en a rapporté 56 espèces de Lichens, dont 4 sont nouvelles : *Pertusaria Pentelici*, *Lecidea græca*, *Rhizocarpon superstratum* et *Caloplaca Hymetti*. L'*Urceolaria scruposa* f. *ochracea* Anzi devient le *Diploschistes ochraceus* ; à propos de ce Lichen, je me permettrai de faire remarquer à M. Steiner (2) qu'il aurait dû, en décrivant minutieusement ses espèces comme il l'a fait, indiquer la couleur des spores et la forme qu'elles présentent intérieurement, c'est-à-dire si elles ont des divisions murales. Cette petite observation s'applique à quelques autres espèces, par exemple au *Lecidea græca*. Cette collection présente un réel intérêt, car il me semble que depuis le voyage de Bory de Saint-Vincent en Morée, les Lichens de la Grèce continentale ont été complètement négligés. Le même auteur énumère à la suite des Lichens grecs une petite collection de l'Egypte ne comprenant que 10 numéros, parmi lesquels il faut signaler le *Lecanora Mülleri*, de la section des *Aspicilia*. M. Steiner a dédié cette espèce, voisine du *L. subcalcarea* Muell., à M. le docteur J. Mueller dont il suit la nomenclature, tout en se servant des réactifs de M. Nylander. Je dois signaler une intéressante innovation de M. le docteur Steiner ; ses trois dernières planches sont des photographies de blocs de schiste micacé, de grès et de marbre, sur lesquels s'étalent plusieurs espèces de Lichens crustacés. Un trait noir tracé sur le papier mince qui protège chaque planche indique les limites de chaque

(1) J. Mueller : *Lichenes exotici*, n° 60 (Hedwigia, 1893)

(2) J. Steiner : *Beiträge zur Lichenenflora Griechenlands und Egyptens*, mit 4 Tafeln. (Sitzungsberrichte der Kaiserl Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Classe, 1893).

espèce, dont le nom est imprimé également sur ce papier. Ces photographies vues à la loupe donnent bien l'aspect des thalles grisâtres ou blanchâtres, mais elles rendent mal ceux qui sont colorés, par exemple en jaune (*Lecanora sulphurata* Nyl.) ou en vert (*Rhizocarpon geographicum* DC.) ; on n'en voit que la forme des aréoles du thalle et des apothécies.

Puisque M. Steiner, en nous faisant pénétrer en Egypte, nous a conduit sur le continent africain, indiquons les publications qui intéressent les Lichens de cette partie du monde. M. Flagey, qui habite l'Algérie depuis quelques années, a donné, en beaux échantillons, deux centuries d'exsiccatas des Lichens de cette contrée, et il fait espérer qu'elles seront suivies de plusieurs autres. De son côté, M. le docteur Stizenberger a publié un premier supplément (1) à sa *Lichenœa africana* dans lequel il ajoute plusieurs espèces et variétés à la flore africaine et, pour beaucoup de ses espèces primitivement publiées, des localités en dehors de l'Afrique. Il est évident que si M. Stizenberger veut maintenir son beau travail au niveau des découvertes qui se font incessamment par suite de nouvelles explorations, il sera obligé de publier de temps en temps un nouveau supplément : il promet de s'occcuper bientôt de la collection de M. Flagey.

M. Baglietto (1) énumère 55 Lichens (le 56ᵉ numéro est un Champignon) récoltés par M. le professeur Penzig dans son voyage en Abyssinie. Trois de ces espèces sont nouvelles, et parmi elles citons le *Lecanora pallidæ formis* sur le thalle duquel une autre espèce nouvelle vit en parasite, *Calicium minimum*, et quatre autres qui n'avaient pas encore été observées en Afrique. Pour reconnaître ces derniers, on pourrait croire qu'il suffit de constater que M. Baglietto n'a pas cité, pour l'espèce que l'on examine, le *Lichenœa africana* de M. Stizenberg ; on se tromperait, car cet auteur a omis plusieurs fois cette citation même pour des Lichens déjà récoltés en Abyssinie (voir les nᵒˢ 21, 26 et 40). Il me semble que M. Baglietto abuse du l. c. (loco citato) ; il est bon d'abréger, mais il est nécessaire que l'abréviation ne cause pas au lecteur un travail considérable. Prenons par exemple l'*Arthothelium Beccarianum* Bagl. l. c., nº 45 du Mémoire. Si l'on veut savoir dans quel ouvrage M. le docteur Baglietto a décrit cette espèce, c'est-à-dire ce que signifie le l. c., il ne suffira pas de considérer quelques-unes des espèces précédentes il faudra s'armer de patience, et aller jusqu'au nº 1. Il serait bon, je crois, que l. c. se trouvât ou dans le paragraphe précédent, ou au moins vers le haut de la page. Si l'on veut être concis et clair, on peut adopter la méthode de M. Steiner, dont nous avons parlé tout à l'heure, et désigner les ouvrages de chaque auteur par une lettre, et la liste des abréviations se place au commencement ou à la fin du travail. M. le docteur Müller (2) ajoute deux Lichens récoltés

(1) F. Baglietto : *Lichenes abyssinici a cl. Prof. Penzig collecti* (Malpighia, 1892, anno VI, vol. VI).

(2) J. Müller : *Lichenes exotici*, (Hedwigia, 1892).

jadis par Schimper, la f. *complanata* de l'*Usnea barbata* var. *strigosa* Krempelh, une monstruosité remarquable, dit l'auteur, et le *Parmelia Schimperi*. A propos de Schimper et de cette variété *strigosa*, il est étonnant que ni M. Stizenberger ni M. Baglietto n'aient cité les beaux échantillons que Schimper en a publiés dans son *Iter Abyssinicum* N° 416. Sur la même côte orientale de l'Afrique, le même M. Mueller décrit dans le recueil que je viens de citer trois Lichens de l'île Maurice, appartenant à l'herbier de Kew, *Pannaria microcarpa*, *Thalloidima Ayresianum* (du nom du collecteur, Ayres) et *Paracarpidium Johnstoni*. Puis vient un Mémoire du même lichénographe contenant et des Lichens africains (1) récoltés sur divers territoires allemands et une révision des Lichens de Stein rapportés par M. le docteur Hans Meyer. Les premiers de ces Lichens proviennent de quatre régions différentes et forment ainsi quatre petites collections. La première vient de la colonie de Togo (près de Bismarksburg) non loin du golfe de Guinée (nous ne devrions pas en parler en ce moment, puisqu'elle appartient à l'ouest, mais il est impossible de la séparer des autres). Elle comprend 18 espèces dont 4 nouvelles : *Psora Buttneri* (du nom de celui qui a formé la collection), *Pertusaria personata*, *Patellaria togoensis* et *infuscata*. La seconde faite par le docteur Freuss sur le mont Kamerun n'a que 6 espèces, et la troisième, celle du docteur Stuhlmann recueillie entre le Kilimandscharo et les lacs Victoria Nyanza et Tanganika en présente 7 ; enfin, pour la quatrième, le docteur F. Bachmann en a récolté 13 dans le pays de Pondo (Afrique austro-orientale). Les Lichens des trois dernières collections étaient déjà connus. C'est la seconde fois que M. Müller revise les Lichens africains de M. Stein (2). Quand l'explorateur Hans Meyer eut fait un troisième voyage au Kilidmandscharo et dans l'Usambara, M. Stein détermina les nouveaux Lichens rapportés de cette expédition et leur adjoignit les premiers en tenant compte des observations de M. Müller. C'est ce second travail que ce dernier corrige, et, pour y arriver, il a eu beaucoup de peine à se procurer une partie des échantillons originaux, M. Stein lui en communiqua quelques-uns, il en trouva d'autres au Musée de Berlin, et bref il se convainquit que les nouvelles déterminations du lichénologue de Breslau sont tout aussi fantastiques que les premières.

Bien peu des noms de M. Stein ont été conservés par M. le docteur Müller, qui a trouvé dans cette collection huit espèces nouvelles sur un total de 124. Le premier de ces auteurs détermine certains Lichens d'une façon qui rappelle un lichénologue normand, bien connu pour ses bévues, nommant *Leptogium musicola* un *Sirosiphon* : M. Stein a appelé *Parmelia*

(1) J. Müller : *Lichenes africani in variis territoriis germanicis lecti.* — *Revisio der Stein'schen Ubersicht über die von Dr Hans Meyer in Ostafrika gesammelten Flechten.* (Engler's botanische Jahrbüchem.

(2) *Revue générale de Botanique*, t.VI, p. 39.

Borreri var. *rudecta* un Lichen, lequel, pour M. Müller, est une espèce nouvelle : *Stictina menbranacea*, et l'on sait si, dans ces quatre espèces, les gonidies sont différentes ! Mais le chemin qu'ils suivent vers l'erreur n'est pas toujours le même ; si l'un a donné trois noms différents à trois fragments du même thalle, l'autre renferme plusieurs espèces sous un même nom spécifique. Par exemple, sous le *Parmelia latissima* Stein, M. Müller a trouvé : 1° *P. latissima* f. *sorediata* Nyl. ; 2° *P. latissima* var. *ciliata* Nyl.; 3° *P. perlala* var. *olivaria* Ach. ; 4° *P. perlata* var. *ciliata* DC. et enfin 5° *P. perlata* var. *ciliata* f. *sorediifera* Müll. Argov. Et l'on pourrait citer d'autres exemples de déterminations tout aussi peu scientifiques ! Il est inutile de nous arrêter plus longtemps sur de pareilles erreurs, et toujours conduits par M. Müller, allons dans la région du Zambèse où M. Menyharth a recueilli 46 Lichens (1). Cette collection se trouve maintenant dans l'Herbier de l'Université de Vienne. Elle a été déterminée par M. Müller qui y a reconnu neuf espèces nouvelles dont une est entrée dans un genre nouveau, *Placothelium staurothelioides*. Elle doit le premier de ces noms à son thalle placodié et le second à sa ressemblance, sous certains rapports, avec les espèces du genre *Staurothele* ; les gonimies de son thalle et ses spores nombreuses dans chaque thèque la rapprochent des *Heppia*. Ce sont les Lécanorées qui présentent ici le plus d'espèces, car elles en comportent 12, presqu'un tiers du total, et 3 d'entre elles sont nouvelles : *Callopisma zambesicum* et *flavum*, ainsi que *Pertusaria mamillana*. Les genres *Cladonia*, *Sticta* et *Graphis*, pour ne citer que ceux que l'on rencontre presque toujours, manquent ; il y a un *Opegrapha*, et il est nouveau, *O. Menyharthii*, et un seul Gléolichen, qui était également inconnu, *Pyrenopsis robustula*. A la fin de de Mémoire sont énumérées 1 espèce de Loanda et 5 de San Thomé. Trois de ces dernières ne se trouvent pas dans la collection des Lichens de cette île publiée en 1887 par M. Nylander : *Physcia picta* var. *sorediata*. Müll. Argov., *Psoroma sphinctrinum* Nyl. et *Graphis lineola* Ach. Je dois reconnaître que la paternité de cette variété *sorediata* appartient à M. Müller et non à M. Nylander comme je la lui ai attribuée à tort dans mes *Lichenes exotici* p. 317, n° 1004[b]. Les *Lichenes Africæ occidentalis* de M. Müller ont paru avant le *Sertum Lichenœæ tropicæ e Labuan et Singapore* de M. Nylander. Dans l'Afrique australe je ne trouve à citer que deux espèces de l'herbier de Kew et récoltées par Mac-Owan (1) : *Pertusaria variolosa* Müll. Argov. et *Lecidea Owaniana* Müll. Argov., toutes deux nouvelles. Pour l'Afrique occidentale, en plus des Lichens de San Thomé dont nous avons parlé tout à l'heure, M. Muller (2) a déterminé une petite collection de 14 espèces faite par

(1) J. Müller : *Lichenes Zambesici in Africæ regione Zambesica prope Boroma a cl. Menyharth lecti, in Herbario Universitatis Vindobonensis asservati* (Verhandlunge der k. k. zoologisch-botanische Gesselschaft in Wien, 1893).

(2) J. Müller : *Lichenes Scottiani in Sierra Leone occidentalis a cl. Scott-Elliot lecti et missi*. (Bulletin de l'Herbier Boissier, 1893).

M. Scott-Elliot dans les possessions anglaises de Sierra-Leone : une espèce est nouvelle, *Opegrapha humilis*. Deux espèces de l'herbier de Kew, reconnues comme nouvelles par le même lichénographe (1), une de l'île de l'Ascension, *Physcia flavida* et l'autre de l'île de Sainte-Hélène, *Lecanora Santa-Helena*, nous font passer en Amérique.

Pour l'Amérique du Sud, il faut d'abord citer plusieurs espèces nouvelles décrites dans les mêmes *Lichenes exotici* de M. Müller, 1 du détroit de Magellan, *Patellaria magellanica*, 4 du Chili nos 7-9 et 19 (une cinquième espèce de ce pays a déjà été observée par M. Nylander en Nouvelle-Calédonie et en Nouvelle-Zélande), 6 du Brésil, nos 6, 14, 54, 61, 94 et 97 (le no 92 est une espèce de Krempelhuber changée de genre), 4 pour la région de l'Amazone, nos 21, 27, 28 et 95, 1 du Paraguay, no 31 et 3 du Pérou, nos 10, 11, et 16 ; enfin le no 99, *Pyrenula Cocoës*, appartient à l'île de la Barbade et le no 17, *Pertusaria Humotiana* à celle de la Guadeloupe. Cette dernière avait été nommée *P. leioplacella* par M. Nylander (2) dans la collection de M. Husnot, et ainsi le *P. leioplacella* Nyl. apud Hue *Lich. exot.* p. 166 deviendrait une espèce propre à la Nouvelle-Calédonie, si M. Müller dans ses *Contributions lichénologiques* no 762 ne lui assignait deux autres localités dans le Brésil et dans le Mexique. Pour terminer les Lichens de l'Amérique du Sud, il faut citer un Mémoire de M. le docteur Müller (3) contenant 60 espèces épiphylles récoltées par M. Spruce dans la région du Rio-Negro et dans celle de l'Amazone par M. Trail. La tribu des Lécidées est la mieux représentée avec 15 espèces ; celles des Graphidées et des Strigulées en ont chacune 12. Les nouveautés sont au nombre de 17, dont 15 espèces : 6 appartiennent aux Lécidées et 2 aux Strigulées, ainsi que les 2 variétés nouvelles.

Dans l'Amérique du Nord, le lichénologue danois bien connu, M. Branth (4) donne un supplément à sa *Flore des Lichens du Groenland* parue en 1888. Il y a ajouté quelques espèces et notamment le *Lecidea leucopsepha* Nyl., espèce récoltée par M. Almquist, pendant le voyage de la Véga, sur la rive asiatique du détroit de Behring. M. Branth met sous le même nom générique, *Nephromæ*, *N. expallidum* Nyl. et les *Nephromium tomentosum* et *papyraceum*, quoique ces deux genres diffèrent par la couleur de leurs gonidies. Il fait remarquer que la villosité du *N. tomentosum* est parfois presque nulle ; cette particularité est probablement propre au Groenland ou aux régions arctiques, car sous notre climat, on le voit toujours bien tomenteux. M. Th. Wil-

(1) J. Müller : *Lichenes exotici*, I et II.

(2) W. Nylander : *Enumération des Lichens récoltés par M. Husnot aux Antilles françaises*, p. 12.

(3) J. Müller : *Lichenes epiphylli Spruceani, a cl. Spruce in regione Rio Negro lecti, additis illis a cl. Trail in regione superiore Amazonum lectis, et herbario Kewensi recenter missi*. (The Linnean Society's Journal Botany, vol. XIX.

(4) J. S. Deichman Branth : *Tillag til Grœnlands Lichen-Flora*, 1892.

LIAMS (1) décrit et figure dans une planche les apothécies du *Parmelia molliuscula* Ach., Nyl. apud Hue *Lich. exot.* p. 82, lequel n'avait jamais été vu que stérile. Les échantillons dont parle M. Williams ont été récoltés en 1856 par le docteur H. Engelmann dans la région des Collines-Noires (Amérique du Nord) ; ils sont conservés dans l'Herbier du Jardin botanique du Missouri. L'aire de végétation de ce Lichen est plus étendue que je ne l'ai indiqué dans mes *Lichenes exotici*, car elle a été recueillie en Asie, en Afrique, dans l'Amérique du Nord et dans celle du Sud, et enfin en Europe dans les steppes du Volga ; j'ai omis l'Asie et l'Europe.

De l'Amérique, passons dans l'Asie, où nous n'aurons à citer que des travaux de l'infatigable M. MÜLLER. Ce savant a encore déterminé une collection récoltée dans le Japon (2), dans l'île de Niphon, je crois, il est regrettable que la région spéciale ne soit pas indiquée. Les Lichens de l'année précédente étaient au nombre de 118, et le total de ceux-ci est de 119. On remarque parmi ces derniers plus de Lecanorées, de Lécidées et de Graphidées ; tandis que les Cladoniées et les Thelotrémées sont moins nombreuses. Les espèces communes aux deux listes sont de 20, et 10 autres sont nommées dans chacune d'elles, mais avec des variétés différentes : les nouveautés sont au nombre de 21 (19 espèces et 2 variétés). J'ai déjà fait remarquer (3) que les Lichens communs au Japon et à l'Europe sont nombreux ; le nombre en est augmenté par le présent Mémoire, et ce sont des espèces que l'on rencontre très fréquemment chez nous qui viennent d'être observées pour la première fois au Japon : *Ramalina scopulorum* Ach., *Pertusaria coccodes* Nyl., *Blastenia ferruginea* Mass., *Lecidea parasema* Nyl. et *L. platycarpa* Ach. ; on pourrait encore citer le *Ramalina polymorpha* var. *ligulata* Ach., qui habite les montagnes. Enfin M. Müller supprime une espèce, le *Lecanora japonica*, que dans la collection japonaise du docteur Hénon (1879) il avait regardée comme nouvelle ; elle ne diffère pas du *L. cateilea* (Ach.) Th. Fr. Le même auteur nous fait passer en Chine (4) où une petite collection de 24 Lichens fruticuleux et foliacés, appartenant à l'Herbier de Kew, a été formée par M. le docteur Henry en 1889. Il nous conduit ensuite en Perse (5) et de là en Arabie (6). La collection faite en Perse par M. le docteur Stapf est très remarquable

(1) Th. Williams : *The fruiting of Parmelia molliuscula*, avec une planche. (Third annual report of the Missouri botanical Garden, 1892).

(2) J Müller : *Lichenes Yatabeani in Japonia lecti et a cl. prof. Yatabe missi.* (Nuovo Giornale botanico italiano, 1892).

(3) *Revue générale de Botanique*, t. IV, p. 34.

(4) J. Müller : *Lichenes chinenses Henryani a cl. d^re Aug. Henry anno 1889, in China media lecti* (Bulletin de l'Herbier Boissier, 1893).

(5) J Müller : *Lichenes persici a cl. d^re Stapf in Persia lecti.* (Hedwigia 1892).

(6) J. Müller : *Lichenes arabici a cl. d^re Schweinfurth in Arabia yemensi lecti.* (Bulletin de l'Herbier Boissier, 1893).

par le nombre de Lichens européens qu'elle contient, 43 sur un total de 58. Sur les 15 espèces qui restent, 9 sont nouvelles, et parmi celles-ci se trouvent 3 *Heppia* et 3 *Placodium*. Je me demande comment M. le docteur Müller, qui se montre toujours d'une exactitude scrupuleuse dans ses citations, a pu écrire : *Amphiloma murorum* var. *aurantiacum*, *Lecanora murorum* var. *aurantiacum* Schær. *Enum. Lichen europ.* p. 63 à l'endroit indiqué, on lit : *aurantia*. La même observation est à faire pour le *Lecanora Callopisma* var. *aurantia* Schær ; M. Müller a encore mis : *aurantiaca*. Il faut remarquer que ce même auteur remplace le nom de l'*Amphiloma Callopisma* Korb., *Lecanora Callopisma* Ach., par celui d'*Amphiloma aurantium*, *Lichen aurantius* Pers. ; c'est ce *Lichen aurantius* que Schærer indique dans la seconde des citations dont il vient d'être parlé. A propos de ce nom *Callopisma*, je crois qu'il n'est pas régulier d'écrire avec Mérat *Fl. env. Paris*, 4[me] édit., I, p. 351, comme l'ont fait MM. Dens et Pietquin cités plus haut, *Placodium callopismum*. *Callopisma* est un substantif formé de *calos* (beau) et de *lopisma* (fragment d'écorce), et par conséquent il ne saurait prendre la terminaison d'un adjectif et il doit s'écrire avec une majuscule. Le Mémoire relatif à l'Arabie Heureuse (Yémen) n'a que 15 numéros. La moitié de ces espèces, 8, est commune à l'Europe ; parmi les 7 autres 2 sont nouvelles : *Placodium concrescens* et *Dictyographa arabica*. Ce genre *Dictyographa* est nouveau et appartient aux Graphidées (1). Avant de sortir de l'Asie, nous devons citer une espèce nouvelle de Singapour, *Buellia efflorescens*, récoltée par Maingay et appartenant à l'Herbier de Kew, et parler des Lichens récoltés en 1881-1882 par le D[r] Watt (2) près de Manipur et non loin de la Birmanie anglaise. Cette intéressante collection est composée presque entièrement d'espèces corticoles dont quelques-unes ont été recueillies à une altitude élevée, 6000-10,000 pieds anglais. Les nouveautés sont fort nombreuses, 27 espèces sur un total de 101 et 6 variétés. La tribu la mieux représentée est celle des Graphidées et en même temps c'est elle qui a le plus d'espèces nouvelles, 18 sur 30, et, de plus, 4 variétés nouvelles lui appartiennent. Il faut encore signaler un genre nouveau attribué à cette tribu, *Enterodictyon*, qui se place près des *Chiodecton*. Les plus nombreuses des autres tribus sont les Lécanorées avec 18 espèces, et celles des Parméliacées et des Lécidées qui en ont l'une 16 et l'autre 15. Les espèces végétant en même temps en Europe sont moins nombreuses que dans la Perse et l'Arabie ; cependant elles forment environ le quart du total. Il doit y avoir une erreur au n° 4 *Usnea reticulata* Hoffm. *Deutschl. Flora*, p. 135 ; ce nom spécifique ne se trouve ni à la page indiquée, ni à la table. Il est fort probable qu'il s'agit ici de l'*Usnea articulata* Hoffm.

(1) J. Müller : *Lichenes exotici*, II, n° 75.

(2) J. Müller : *Lichenes manipurenses acl. d[re] G. Watt. circa Manipur ad limites Indiæ Orientalis 1881-1882 lecti* (The Linnean Society's Journal. — Botany. vol. XXIX.

ibid. p. 133. Au n° 47, M. Müller écrit : *Pertusaria multipunctata* Nyl., et il faut *Pertusaria multipuncta* Nyl., *Lichen multipunctus* Turn., mot très latin venant de *pungo*, *punctus*. Pour la presqu'île de Malacca il faut citer deux Lichens de l'Herbier de Kew (1) récoltés par Mangay, *Patellaria Maingayana* et *Buellia flavella*, toutes deux corticoles ; la dernière espèce a été trouvée aussi à Bombay. Quittons le rivage asiatique pour signaler, dans l'île de Java, 4 espèces nouvelles récoltées jadis par Zollinger et une par Sulp. Kurz (2). M. Müller change de genre ou de nom spécifique 3 autres espèces du même Zollinger ; celle qui porte son nom *Tomasellia Zollingeri* a été aussi trouvée dans l'île Maurice.

De l'archipel de la Sonde, nous allons en Océanie pour y terminer notre course. Dans la Malaisie hollandaise, l'île d'Amboine a fourni à M. le docteur Pictet, 8 Lichens (le Mémoire (3) en accuse 10, mais les deux premiers viennent de Java). Sur ces 8 espèces, une est commune à l'Europe, *Patellaria luteola* (Nyl.) et 2 sont nouvelles, *Arthonia Amboinensis* et *Opegrapha trilocularis*. Citons une espèce nouvelle de l'archipel Fidji dans la Polynésie, *Anthracothecium coccineum* (4) appartenant à l'herbier de Kew, et entrons dans l'Australie, où nous signalerons d'abord 37 nouvelles espèces ou variétés récoltées dans les provinces de Victoria et de Queensland et principalement dans la dernière. Elles sont décrites dans le Mémoire de M. Müller que nous venons de citer et se trouvent comprises entre les numéros 45 et 100. Sous le numéro 87 est une correction qui détruit le *Graphis exserta* Nyl., de la Nouvelle-Calédonie, comme étant synonyme du *Phœographina quassiœcola* Müll. Argov. Le même M. Müller, déterminant les Lichens exotiques de l'Herbier de Vienne, commence par ceux de l'Australie et des îles voisines (5). Cette première partie présente 55 espèces dont 33 ont des thalles fruticuleux ou foliacés. Parmi les autres, il s'en est trouvé une nouvelle : *Parmentaria toowoombensis* : c'est une Verrucaire corticole ayant deux spores dans chaque thèque. Dans l'Australie occidentale, M. Helms a recueilli dernièrement une collection de 54 espèces (6) dont la moitié environ se rencontre en Europe : 16 sont nouvelles et parmi ces dernières on remarque les *Pyrenopsidium decorticans*, de la tribu des *Omphalariées* et l'*Endocarpon Helmensianum*, de celle des Endopyreniées. Il y a longtemps, il me semble que l'on n'a pas récolté

(1) J. Müller : *Lichenes exotici*, II, n^os 73 et 77.

(2) J. Müller, *Lichenes exotici*, n^os 15, 34, 38, 44 et 66.

(3) J. Müller : *Lichenes amboinenses a cl. d^r Cam. Pictet lecti* (Bulletin de l'Herbier Boissier, 1893.

(4) J. Müller, *Lichenes exotici*, n° 101.

(5) J. Müller : *Lichenes exotici Herbarii vindobonensis. I. Lichenes in Australia et in ejus vicinitate lecti* (Annalen des K. K. naturhistorischen Hofmuseums, 1892).

(6) J. Müller : *Lichenes Australiœ occidentalis a cl. Helms recenter lecti et a celeb. bar. Ferd. v. Müller communicati*. (Hedwigia, 1892).

d'*Endocarpon* nouveau. Le sud de la même contrée a fourni au révérend Wilson une importante collection (1) dont le total atteint 211 espèces ; un bon nombre d'entre elles sont saxicoles et quelques-unes proviennent de roches maritimes. La proportion de Lichens communs à l'Australie et à l'Europe est ici moindre que dans le mémoire précédent, car il n'atteint pas le tiers du total. Ce tiers est dépassé par le chiffre des espèces nouvelles qui s'élève à 78. La tribu la mieux représentée est celle des Lécidées qui a 68 espèces, dont 30 nouvelles et parmi celles-ci 12 *Buellia*. Les autres nouveautés se répartissent ainsi : 16 pour les Lécanorées et 18 pour les Graphidées, chacune de ces tribus ayant 48 espèces ; les Pyrénulées en ont 6 sur 17 et les Psorées 5 sur 17 ; viennent ensuite 1 *Physcia*, 1 *Placodium* et 1 *Thelotrema*. Il est également très rare de rencontrer une espèce nouvelle appartenant au genre *Physcia*.

(1) J. Müller : *Lichenes Wilsoniani seu Lichenes a cl. Rev. F. R. M. Wilson in Australiæ provincia Victoria lecti.* (Bulletin de l'Herbier Boissier, 1893).

(A suivre). A. HUE.

Le Gérant, Th. Clerquin.

Trabut del. B. Herincq sc.

Marsilia diffusa form. algeriensis

Imp[ies] LEMERCIER, Paris

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — BORNET : *Ectocarpus fulvescens.* — GUIGNARD : Développement et constitution des anthérozoïdes ; BONNIER : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — JUMELLE : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — KOLDERUP-ROSENVINGE : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — DE PLANTA : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — DE SAPORTA : Inflorescences des Palmiers fossiles. — DUPRAY : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — PRILLIEUX : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — DUFOUR : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — TRABUT : L'*Abies numidica.* — SEIGNETTE : Recherches sur les tubercules. — COSTANTIN ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — POULSEN : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — MASCLEF : Formes critiques d'Hellébores.
Revues des travaux : d'anatomie (LECLERC DU SABLON); sur les Champignons (COSTANTIN) relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR); sur les Lichens (HUE); sur les plantes de l'Asie (FRANCHET) ; de physiologie végétale (JUMELLE) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Preparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILLAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genr *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europæum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Developpement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Réviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) : des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 241 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Juin 1894

N° 66

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 JUIN 1894

I. — ETUDE MONOGRAPHIQUE SUR LES *RHIZOCAULON* (avec planches), par **M. le Marquis de Saporta**. 241

II. — INFLUENCE DU MODE DE RÉPARTITION DES ENGRAIS SUR LEUR UTILISATION PAR LES PLANTES, par **M. A. Prunet**. 260

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1892 et 1893, par **M. A. Hue** *(fin)* 270

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 273

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 5. — *Rhizocaulon* : Anatomie de la racine.

Planche 6. — *Rhizocaulon* : Lambeaux de feuilles et racines latérales.

Planche 7. — *Rhizocaulon* : Lambeaux de tiges et racines latérales.

Planche 8. — *Rhizocaulon* : Faisceau caulinaire ; lambeaux de tiges et racines latérales.

Cette livraison renferme en outre deux gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE

SUR LES *RHIZOCAULON*

par le Marquis de SAPORTA.

I. MORPHOLOGIE ET STRUCTURE DES DIVERSES PARTIES DE LA PLANTE CHEZ LES *RHIZOCAULON*.

La découverte récente, dans l'aquitanien de Manosque (Bois-d'Asson), d'une portion d'inflorescence, munie de tous ses épillets et semblable à celles du gisement de St-Zacharie (Var), que nous considérons depuis des années comme représentant l'appareil fructificateur des *Rhizocaulon*; d'autre part, la publication par le professeur Schumann (1), de Berlin, d'une étude sur la structure anatomique des restes convertis en silice du *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., cette double circonstance nous engage à revenir sur l'appréciation d'un genre assurément fort curieux par les caractères qui le distingent, encore plus par son isolement présumé vis-à-vis des types actuels, enfin par le rôle important qui semble lui avoir été assigné parmi les végétaux palustres de la région provençale, d'un bout à l'autre de la période qui, de l'éocène supérieur d'Aix, s'étend jusqu'à l'aquitanien de Manosque; sans insister sur la présence de ces mêmes *Rhizocaulon* dans les couches à lignites de la craie récente du bassin de Fuveau;

L'étude de M. Schumann, exclusivement limitée aux échantillons silicifiés du *Rh. Brongniartii*, laisse volontairement de côté les autres espèces du genre. L'auteur s'attache à l'examen microscopique des éléments organiques demeurés intacts ou du moins reconnaissables. En même temps qu'il définit leur structure, leur

(1) *Untersuchungen üb. d. Rhizocaulon*, V. Herrn K. Schumann. Separat.-Abdruck *aus dem Jahrbuch d. Königl. preuss. geol. Landesanstalt für.* 1891. Berlin, 1893.

distribution relative et leur signification vraie, il fait ressortir les lacunes inévitables, provenant de la destruction partielle des tissus remplacés sur une foule de points par la substance fossilisatrice amorphe, tantôt limpide et transparente, tantôt plus ou moins opaque et foncée. M. Schumann attribue avec raison ces lacunes au ramollissement préalable des tissus, atteints par une décomposition plus ou moins avancée, au moment de la minéralisation, certains tissus ayant opposé plus de résistance que d'autres à la désorganisation. D'autre part, la pression mécanique a eu pour résultat de faire éclater les parties dures et cassantes, les étuis devenus fistuleux et d'entraîner la perte par rupture, repli ou déplacement des régions parenchymateuses, parsemées de lacunes et pourvues de cellules plus ou moins larges, à minces parois.

L'examen du savant de Berlin a porté sur les tiges, sur les feuilles, enfin sur les racines du *Rhizocaulon Brongniartii*. — Dans les tiges, il reconnaît, au-dessous d'un épiderme périphérique, à très petites cellules, un étui épidermique dans lequel on distingue deux sortes de cellules, disposées par rangées alternantes de 5-7, les unes plus claires et à parois plus minces, les autres plus denses et d'une couleur plus foncée. A l'intérieur, et par groupes appuyés contre la série claire, reconnaissables à leur aspect comme à leur distribution, se font voir les éléments libériens, disposés dans un parenchyme à larges cellules, qui constitue à lui seul la couche cellulaires sous-épermique.

Entre ces éléments libériens et les faisceaux vasculaires avec leurs éléments libériens, s'étale un parenchyme plus ou moins développé et le plus souvent médiocrement conservé. M.Schumann admet encore,là où les éléments libériens se trouvent en connexion avec les faisceaux ligneux proprement dits, l'interposition d'une zone libérienne assez épaisse, dont le développement ultérieur a dû procurer à la tige des *Rhizocaulon* une grande fermeté. Enfin, la région centrale se trouve occupée tout entière par un parenchyme médullaire ou tissu conjonctif au milieu duquel sont disposés les faisceaux vasculaires, dont les gaines protectrices très denses se trouvent seules conservées, la plupart du temps, l'intérieur demeurant vide ou en partie désorganisé, tout en laissant voir dans plusieurs cas une rangée circulaire de gros vaisseaux. Notre figure 5, pl. 8, reproduit un de ces faisceaux, choisi parmi ceux dont

les éléments, demeurés intacts, font le mieux saisir la composition. On peut en compter plus de cent visibles à l'intérieur des tiges du *Rhizocaulon Brongniartii*, celui de tous les *Rhizocaulon* qui paraît avoir possédé les plus minces.

Les feuilles, visiblement amplexicaules et plus ou moins engainantes à la base, du *Rh. Brongniartii*, ne se montrent, dans les échantillons convertis en silice et sur une coupe transversale, qu'à l'état de minces cordons ou bandelettes circulaires, concentriquement emboîtés. M. Schumann a pu seulement constater dans ces feuilles la présence de nervures longitudinales, parallèlement disposées et réunies entre elles par des traits de jonction, ainsi que l'absence d'une côte ou nervure médiane. Sur la coupe en notre possession, les traces de nervures, toujours égales et parallèles, tranchées sous divers angles et souvent fort nettes, sont innombrables et faciles à reconnaître sur les parties qui correspondent aux feuilles. Aucune incertitude ne saurait avoir lieu à cet égard. Nos figures 1 à 3, pl. 11, le montrent clairement.

Les racines du *Rhizocaulon Brongniartii*, non pas destinées à pénétrer dans le sol, mais émises le long des tiges, et que l'on observe en très grand nombre, circulant entre les feuilles demeurées en place, les poussant, les perçant, se faisant jour de tous côtés, pour suivre une direction descendante, par conséquent libres et exposées à l'air humide, dans une partie au moins de leur étendue, ces racines se montrent dans plusieurs états de développement, plus minces et plus jeunes ou plus épaisses et plus anciennes, ordinairement couvertes de longs filaments, faciles à reconnaître comme des poils absorbants ; le plus souvent simples, elles sont parfois aussi ramifiées, ainsi que M. Schumann a pu s'en assurer. D'après lui et conformément à nos propres observations, les poils absorbants des racines du *Rhizocaulon* auraient été si nombreux que, dans certains cas au moins, presque toutes les cellules de l'assise pilifère auraient pu donner naissance à l'un de ces poils et que tout l'espace compris entre les feuilles et les racines contiguës auraient été rempli de ces sortes de filaments pressés et entremêlés. Quant aux racines elles-mêmes, M. Schumann a pu s'assurer de leur nombre considérable, de leur étendue sur un assez long parcours, en dehors de tout contact avec le sol.

En ce qui touche la structure anatomique, à l'assise ou enveloppe

extérieure, qui est l'assise pilifère, succède un parenchyme cortical dont les éléments croissent graduellement en diamètre, à mesure que l'on s'avance de dehors en dedans, jusqu'à ce qu'on se trouve en présence d'un système de grandes lacunes, oblongues et rayonnantes (sur une coupe transversale), séparées par des bandes d'un parenchyme à parois cellulaires plus ou moins minces; la densité de ce parenchyme s'accroît à mesure que l'on s'avance à l'intérieur, et l'on atteint enfin la zone la plus épaisse, confinant à la partie centrale, ou zone corticale interne, dont les éléments cellulaires, très serrés et généralement confondus dans une coloration intense, répondent, dans le vivant, à des rangées de cellules disposées en séries radiales, d'autant plus régulièrement distribuées qu'on se rapproche du cylindre central et laissant entre elles des méats quadrangulaires, demeurés visibles çà et là au milieu du noir foncé dont la zone entière se trouve revêtue.

Nous nous conformons ici à de précieuses indications dues à M. Gaston Bonnier, et comme la structure du cylindre central du *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., dans son ensemble aussi bien que dans ses moindres détails, se trouve préservée et clairement visible sur une coupe transversale en notre possession, nous nous attacherons à cette coupe en combinant les notions reçues de M. Bonnier avec celles qui résultent du travail de M. Schumann (1).

La fig. 1, pl. 5, très anciennement dessinée, mais demeurés inédite, reproduit, sous un grossissement d'environ 90 fois le diamètre, le cylindre central dans son intégrité.

La région périphérique, teintée en noir, qui entoure le cylindre, répond à la zone corticale interne dont les éléments ne sont pas

(1) En attribuant aux lacunes et à la confusion des détails, provenant du mode de fossilisation des parties silicifiées du *Rh. Brongniartii* Sap., les défauts dont il accuse « les figures fallacieuses publiées par Saporta » (*Et. sur la Vég. tert.*, I. *F. des lignites inf.*, pl. I, fig. 1-3, *Fl. de Gargas*, pl. I, fig. 1 (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 4e série, t. XVII, pl. I. et tome XIX, pl. I), M. Schumann n'a pas assez tenu compte du but restreint que je m'étais proposé d'atteindre en donnant ces figures, dont l'exactitude était cependant réelle. Les *Rhizocaulon*, dont il était alors question pour la première fois, n'étaient pas pour moi l'objet d'une étude monographique; ils étaient seulement compris dans une description générale des plantes tertiaires du sud-est de la France et je voulais, non pas préciser la nature de chacun des éléments histologiques qui entrent dans leur structure, mais simplement formuler, à l'aide de plusieurs grossissements, une vue d'ensemble sur l'aspect et la distribution relative des parties intérieures de l'ancienne plante (*Note ajoutée au moment de l'impression*).

discernables. On distingue sur cette coupe et en s'avançant de dehors en dedans, d'abord la gaine protectrice ou « endoderme », qui attire l'attention par la rangée de cellules égales entre elles, contiguës aux parois, assez nettement et uniformément épaissies, reliées entre elles, sans lacunes et dénuées de pores. Les cellules de l'endoderme alternent avec celles du tissu fondamental ou conjonctif qui occupe tout l'intérieur du cylindre, sauf sur les points où se montrent les faisceaux vasculaires. Non seulement la partie centrale se trouve constituée par des éléments conjonctifs plus ou moins fibrifiés et scléreux, mais ce même conjonctif remplit encore les intervalles qui séparent les uns des autres les éléments vasculaires, ceux-ci étant distribués dans une zone concentrique et intérieure par rapport à l'endoderme et contiguë à ce dernier, extérieure par rapport à la région centrale, celle où le tissu conjonctif fibrifié domine exclusivement. On distingue clairement sur notre figure la disposition générale des faisceaux vasculaires, les plus gros vaisseaux, au nombre de treize, formant une rangée intérieure, relativement aux vaisseaux plus petits, placés extérieurement vis-à-vis des premiers, de manière à compléter chaque faisceau.

Sur la figure d'ensemble, le grossissement est trop faible pour permettre de discerner tous les détails et surtout de déterminer la nature et l'emplacement des faisceaux libériens qui doivent alterner vers la périphérie du cylindre avec les faisceaux ligneux, sur un point plus ou moins rapproché de l'étui endodermique. A ce point de vue répondent les figures 2 et 3, pl. 5, qui reproduisent, sous un grossissement double du précédent, deux portions du même cylindre appartenant à la zone périphérique, comprise entre l'endoderme et la région centrale occupée par le conjonctif. Les divers éléments libériens ou ligneux sont ici bien reconnaissables. Chacun des gros vaisseaux VV, présente en arrière un groupe de vaisseaux plus petits, *vv*, reliés entre eux par des cellules de conjonctif. Le nombre de ces vaisseaux plus petits dont la réunion avec un beaucoup plus grand constitue chaque faisceau ne saurait être affirmé avec certitude ; il se peut effectivement que les plus petits de ces vaisseaux en coupe transversale, se confondent avec les cellules du conjonctif qui les entourent et les séparent ; mais enfin, il suffit de distinguer les principaux. Certains se trouvent accolés contre les plus grands et d'autres, séparés de ceux-ci, approchent

plus ou moins des cellules de l'endoderme. On peut en compter de trois à cinq, ce dernier nombre n'étant guère dépassé et la décroissance de leurs dimensions relatives ne s'opérant pas de dedans en dehors avec la même régularité que dans la plupart des faisceaux ligneux du type le plus ordinaire. Pour faire mieux juger de l'ensemble d'un faisceau et du mode de groupement de vaisseaux dont il est formé, nous reproduisons (pl. 5, fig. 4) sous un grossissement d'environ 200 fois le diamètre, un de ces faisceaux : il offre cette particularité qu'au lieu d'un seul gros vaisseau on en observe deux accolés et séparés l'un de l'autre par une cloison. Une des figures du mémoire de Schumann (1) présente la même disposition, résultant peut-être de la fusion par rapprochement de deux faisceaux originairement distincts et plus ou moins contigus. Quoiqu'il en soit, extérieurement et au-dessous de ces vaisseaux géminés on en distingue au moins cinq plus petits, irrégulièrement disposés et entourés d'éléments conjonctifs qui les séparent et leur servent de bordure ; ceux-ci même se trouvent accompagnés de quelques autres encore plus petits que les premiers.

La coupe que nous examinons doit nécessairement faire voir des faisceaux libériens « en alternance » avec les faisceaux ligneux; ce sont ceux-là effectivement que notre figure 2, pl. 5, montre, en *ll*, à la place qu'ils doivent occuper, vers la périphérie du cylindre central. On distingue ces faisceaux, non seulement à leur situation, mais encore à leurs cellules de bordure, circonscrivant un espace tantôt vide, les éléments criblés en ayant disparu, tantôt présentant des vestiges de cloisons cellulaires en partie détruites. Mais ce qui est surtout visible sur notre coupe grossie, pl. 5, fig. 2 et 3, c'est la sclérification très avancée des éléments du tissu conjonctif, particulièrement vers la partie centrale du cylindre et en dedans des gros vaisseaux. Le contour hexagonal de ces éléments étroitement serrés; la densité de leurs parois qui laissent voir au centre une cavité très réduite sont bien appréciables et nous reviendrons plus loin sur des caractères aussi tranchés, pour en retirer des notions légitimes au sujet du rôle probable de ces racines de *Rhizocaulon*.

Jusqu'à présent, nous avons suivi M. Schumann, en nous plaçant sur le même terrain, d'accord avec ses propres observations et

(1) Voy. p. 256, fig. 6, dans le texte.

cet accord se manifeste encore dans nos appréciations générales, puisque dès 1863 (1), dans nos généralités sur les Rhizocaulées, nous avancions, en conformité avec le savant de Berlin, que « leur anatomie intérieure présentait une organisation analogue à celle de certaines Cypéracées ».

Nous ajoutions, il est vrai, qu'en combinant les caractères comparés de la structure, des tiges et des feuilles, des inflorescences mêmes réunies, on se trouvait en présence de plantes intermédiaires en apparence du moins, aux Cypéracées, aux Restiacées et aux Eriocaulées de nos jours. En nous exprimant ainsi, nous allions au delà de l'opinion formulée par M. Schumann, tout en étant moins exclusif que ce savant, aux yeux de qui, en dernier résultat, « le *Rhizocaulon Brongniartii*, seul représentant du genre », doit être nettement rapporté aux Cypéracées (2), et considéré comme allié de fort près au *Cladium Mariscus R. Br.* (3), par tous les détails de structure anatomique, bien que l'absence de tous ceux que fourniraient les organes floraux, encore inconnus, empêche d'assigner au type fossile une place déterminée parmi les Cypéracées.

En résumé, M. Schumann, limitant ses observations à la structure des seules parties converties en silice du *Rhizocaulon Brongniartii*, repousse tout le reste, c'est-à-dire qu'il exclut du genre toutes les tiges, racines ou appareils fructifiés, recueillis à l'état d'empreintes, dans la plupart des gisements tertiaires, échelonnés en Provence à partir de l'éocène supérieur jusques et y compris l'aquitanien. Il considère ces débris comme attribués sans raison au même type générique que le *Rh. Brongniartii* et n'ayant de commun avec ce dernier qu'une certaine apparence, sans que la réalité d'une efficacité les reliant entre eux puisse être appuyée sur aucune preuve. Voyons maintenant si l'opinion contraire, adoptée par nous depuis plusieurs années et qu'un nouvel examen de tout l'ensemble des échantillons compris sous la dénomination de *Rhizocaulon* vient encore de confirmer, n'est pas rendue au moins très probable par une foule d'indices analogiques, trop marqués pour être entièrement trompeurs.

(1) Voy. *Et. sur la vég. tert. du S.-E. de la France à l'époque tert.*, par G. de Saporta, I, p. 41 ; — *Ann. Sc. nat. Bot.*, 4e série, t. XVII, p. 194.

(2) Voy. *Untersuch.*, p. 287).

(3) *Ibid.*, p. 271.

Nous n'avons jamais avancé, à propos des *Rhizocaulon*, qu'ils fussent des Eriocaulées, encore moins des Restiacées vraies, mais en admettant que les empreintes de feuilles de tiges et d'organes fructificateurs recueillis par nous leur aient appartenu, opinion très probable selon nous, nous avons fait ressortir « l'affinité morphologique » de leurs feuilles avec celles des premières et de leurs parties fructifiées avec celles des secondes. C'était là une observation de fait, mais qui, dans notre pensée, n'impliquerait de la part des *Rhizocaulon*, vis-à-vis de ces groupes, qu'une simple conformité d'aspect et non des liens directs de parenté. Aucun type, effectivement, parmi les Monocotylées actuelles à nous connues, ne correspond directement à celui des *Rhizocaulon* et l'ancienneté même de ceux-ci (1) nous porte à ne pas être trop surpris de leur complète élimination à partir d'une certaine époque.

M. Schumann, qui incline à rapprocher les *Rhizocaulon* des Cypéracées, a insisté sur la nature vaginale, selon lui, des feuilles ou plutôt des gaines de feuilles, comprises dans les échantillons soumis à son examen. Ce serait, à ses yeux, des tuniques ou bases invaginantes dont la présence ne préjugerait rien au sujet des feuilles véritables, assises sur cette base, et de la conformation de leur limbe. En un mot, nous ne connaîtrions de ces feuilles que leur partie vaginale qui aurait pu différer sensiblement de leur partie limbaire ; celle-ci, ainsi qu'il arrive chez les Graminées et les Cypéracées, pouvaient être pourvues d'une côte médiane et présenter des nervures de plusieurs ordres entremêlées, contrairement à ce qui aurait existé dans la partie engainante inférieure. Mais il faudrait alors que les feuilles de *Rhizocaulon*, aussi nettement caractérisées à l'état d'empreintes que dans les parties converties en silice, pourvues dans les deux cas de nervures toujours égales et parallèles, multipliées et réunies entre elles par des nervilles transverses, toujours sans médiane, ne se montrassent jamais ni planes, ni rubanées, ni tendant à se rétrécir par un mouvement graduel de diminution en largeur, ni enfin aboutissant à une pointe

(1) Non-seulement les *Rhizocaulon* ont laissé des vestiges reconnaissables dans les couches de la craie supérieure du bassin de Fuveau (Mémoires de la Soc. géol. de France ; — Paléontologie, Mém. n° 5, pl. II, fig. 2-3) ; mais il en existe des traces dans plusieurs gisements infracrétacés et jusque dans le néojurassique du Portugal ; ces traces sont décrites et figurées dans un mémoire sur la flore mésozoïque du Portugal, actuellement sous presse.

terminale. Les sommités de feuilles de *Rhizocaulon*, quelque rares qu'elles soient, ne sont pas inconnues cependant à l'état d'empreintes et si l'on ajoute que, dans les cas les plus ordinaires, les lambeaux de tige avec cicatrices d'insertion radiculaire, les fragments de feuilles reconnaissables à leur nervation, enfin les racines munies de filaments se trouvent constamment associés à la surface des mêmes plaques, il résulte de l'ensemble même des observations une telle réunion d'indices qu'il semble difficile de ne pas en tenir compte.

A l'appui des considérations précédentes, nous reproduisons d'abord, pl. 6, fig. 1, l'empreinte d'une portion de feuille, dont la nervation 1a, coïncide par tous ses détails et par l'absence de côte médiane avec celles des *Rhizocaulon*. Recueillie par nous au bord du Calavon, près d'Aps, cette feuille provient de la même formation que les échantillons convertis en silice du *Rh. Brongniartii* et pourrait bien avoir appartenu à celui-ci. Ici, les bords nettement accusés délimitent un limbe linéaire, dont l'étroit ruban, sur une longueur d'un décimètre environ, mesure dans le bas 13 millimètres et 9 millimètres seulement dans le haut. On observe facilement, avec une consistance plane et une décroissance graduelle de la base au sommet du limbe, dans cette empreinte, une netteté du tracé de la marge, incompatible, selon nous, avec la présomption qu'il s'agisse d'une gaine, toujours plus ou moins scarieuse latéralement. Nous figurons encore, pl. 6, fig. 3, la sommité d'une autre feuille de *Rhizocaulon*, provenant du gisement d'Aix, et qui montre une terminaison en pointe obtuse avec les détails visibles de la nervation caractéristique du genre. L'empreinte est placée à la surface d'une plaque de calcaire marmoréen, d'un gris enfumé, associée à de nombreux débris fibrilleux, peu déterminables.

Mais, ce que l'on rencontre avec une fréquence relative, sur laquelle il est naturel d'insister, ce sont des lambeaux de feuilles perforées par suite du trajet des racines et conformément à ce que laissent voir les échantillons en silice. Ces lambeaux irrégulièrement découpés pour la plupart, peut-être par la dent des animaux, friands de ces sortes de végétaux, se distinguent des fragments de tiges par la nervation, demeurée visible et par le vide manifeste des perforations qu'on ne saurait confondre avec les cicatrices d'insertion radiculaire dont la superficie des anciennes

tiges se trouve parsemée et sur lesquelles nous allons revenir. Notre fig. 5, pl. 6, représente, avec la fidélité la plus scrupuleuse et les détails caractéristiques grossis, fig. 5^a et 5^b, un de ces lambeaux de feuilles, provenant du gisement d'Aix. On distingue, il est vraï, sur ce lambeau, une ligne transversale qui semblerait répondre à un nœud ; mais les nervures bien visibles et leur direction oblique, par rapport à la direction du diaphragme présumé, montre bien qu'il s'agit d'un repli léger, occasionné par l'application de cette partie du limbe contre le nœud d'une tige. On distingue sur ce lambeau cinq perforations ayant servi de passage à autant de racines, qui se sont fait jour en perçant le limbe et écartant les nervures longitudinales, de façon à produire une saillie circulaire du tissu ainsi traversé.

Un second exemple, en tout analogue au précédent, pl. 6, fig. 6,

Fig. 28. Cicatrices d'insertion radiculaires du *Rhizocaulon recentius* Sap., assez fortement grossies ; d'après un échantillon de l'aquitanien de Manosque, reproduit intégralement et de grandeur naturelle par la figure 6, pl. 11.

mais se rapportant sans doute à une espèce différente de *Rhizocaulon*, est emprunté à un échantillon du gisement de Bonnieux, presque contemporain de celui de Manosque. On reconnaît ici un lambeau plus ou moins voisin de partie terminale, déchiqueté sur les bords et percé dans le milieu de quatre trous, d'une dimension plus petite que ceux de l'exemplaire d'Aix. Notre figure grossie, $6^{a'}$,

reproduit très exactement l'aspect et la disposition de deux des perforations.

A côté de ces trouées, il convient de placer la description des cicatrices d'insertion radiculaire, visibles sur les fragments de tiges et distinctes des perforations, bien que souvent associées à celles-ci à la surface des mêmes plaques, non seulement par la nature des organes qui les présentent, mais aussi par ce que la trace de la radicule se trouve nettement marquée sur le point où elle adhérait à la tige et d'où elle a dû se détacher. Chacune de ces cicatrices offre l'aspect d'une cavité plus ou moins prononcée, au fond de laquelle l'impression des parties intérieures de la racine est encore saisissable sur les empreintes les mieux conservées.

Un exemplaire de l'aquitanien de Manosque, pl. 11, fig. 6, peut être choisi comme exemple de ces sortes de cicatrices qui se retrouvent également, avec une conformation semblable, sur plusieurs échantillons de même nature du gisement d'Aix, dont nous figurons les principaux (Pl. 7, fig. 1-3, et 8-10). Les figures grossies 8ª et 9ª, pl. 7, permettent de distinguer sur ces cicatrices l'empreinte du cylindre central, d'où partent en rayonnant des traits qui répondent exactement aux bandes du parenchyme cortical qui séparent les lacunes. La conformité de ces détails avec ceux que présentent les coupes des parties silicifiées est donc complète et dénonce la parfaite concordance de tous ces restes. Nous n'avons jamais voulu présumer de la présence de ces cicatrices, irrégulièrement distribuées à la superficie des anciennes tiges, que les racines aériennes du *Rhizocaulon* dussent se détacher périodiquement, comme l'avance Schumann (p. 285 de son mémoire). Rien ne nous portait à émettre une pareille hypothèse ; mais la netteté des cicatrices marque bien, selon nous, qu'après une durée plus ou moins longue et sur les parties déjà anciennes des tiges, les racines se détachaient d'elles-mêmes, en laissant après leur chute et sur le point de leur insertion les cicatrices que nous observons, inscrites sous une protubérance circulaire plus ou moins prononcée.

Mais la plus forte preuve de l'identité générique des restes de *Rhizocaulon*, à l'état d'empreintes, avec ceux des échantillons convertis en silice, résulte de la présence des racines elles-mêmes, pourvues encore de leurs filaments et presque toujours associées aux fragments de tiges et à ceux de feuilles perforées, dans les

mêmes lits et sur les mêmes plaques que ces fragments. Les racines garnies de filaments allongés et fins, visiblement libres, pareilles à celles des échantillons du *Rh. Brongniartii*, présentent sous forme d'empreintes des caractères tellement conformes à ceux de ces dernières, qu'on ne saurait méconnaître l'identité de leur origine, et cette conclusion résultera de la revue que nous allons faire, en ayant successivement recours aux échantillons des divers gisements, d'Aix, de Saint-Zacharie, de Bonnieux et en interrogeant les lits d'où proviennent également les feuilles et les tiges dont nous avons parlé.

Comme il existe d'assez notables différences de dimension en épaisseur entre ces racines, bien qu'elles présentent toutes le même aspect, on peut se demander si ces différences tiennent à la présence de plusieurs espèces de *Rhizocaulon*, ainsi que nous l'avions pensé, ou simplement à ce que ces racines, en se ramifiant, donnaient lieu à des subdivisions plus grêles que le corps principal. Il se peut que les deux causes aient opéré simultanément; toutefois, la présence sur les tiges de cicatrices d'insertion et, sur les feuilles, de perforations plus larges ou plus petites, selon les cas, vient à l'appui des distinctions spécifiques dont nous avons tenté la détermination.

Quoiqu'il en soit des points précédents, certaines des racines que nous considérons sont tellement bien conservées qu'elles laissent voir l'ordre régulier selon lequel les poils radicaux se trouvaient insérés, par rangées longitudinales parallèles et alternantes, à la superficie des anciens organes. C'est ce que montre notre figure 1, pl. 8, grossie en 1ᵃ, qui reproduit une empreinte très curieuse du gisement d'Aix. Mais il existe deux empreintes de racines qui méritent d'autant plus l'attention qu'elles fournissent la preuve décisive de leur attribution aux *Rhizocaulon*, puisque chacune d'elles adhère par une de ses extrémités au lambeau de feuille, qu'elle a perforé. L'une de ces empreintes, pl. 8, fig. 3, provient du gisement de Saint-Zacharie; l'autre, pl. 8, fig. 2, de celui d'Aix; et nous avons eu soin, en les figurant, de grossir l'endroit, fig. 2^a et 3^a, pl. 8, qui montre le point de contact des deux organes. Les nervures du petit lambeau de feuille, resté adhérent à chaque racine, sont ici bien reconnaissables, mais visibles à l'aide d'une assez forte loupe seulement.

De ces deux échantillons, celui du gisement d'Aix a déjà été

figuré (1), et nous disions de lui (p. 87) qu'il nous avait paru « remarquable parce que, dans le cas en question, la racine touchait la feuille au point même de la perforation » et c'est bien la réalité : pourvue encore de poils radicaux sur les côtés, marquée à la superficie de ponctuations fines qui répondent à l'insertion de ces filaments, longue de quatre centimètres, la racine adhère dans le haut à la base d'un petit lambeau de feuille qu'elle a dû percer, et dont les nervures fines et très nombreuses ne sont visibles qu'à l'aide d'un assez fort grossissement. Sur la même plaque et couchée dans le même sens que la radicule, se présente un fragment de feuille du *Dracœnites minor* Sap.

L'échantillon de Saint-Zacharie, pl. 8, fig. 3, est inédit ; il provient des lits à grandes cyrènes (*Cyrene semistriata* Desh.). Le fragment de racine est ici absolument pareil, par l'aspect et les dimensions, à celui que nous avons signalé plus haut, pl. 8, fig. 1, comme provenant d'Aix et laissant voir la disposition insertionnelle des poils radicaux à la superficie de l'organe. Comme dans l'échantillon précédent, la racine adhère par une de ses extrémités, l'autre étant tronquée, à un petit lambeau foliaire, dont elle s'écarte à angle droit, si l'on tient compte de la direction des nervilles dont ce lambeau est parcouru, nervilles très fines, quoique visibles à l'aide d'une loupe.

Ces exemples auraient pu suffire ; cependant nous avons encore voulu rechercher, en ce qui touche les racines libres et pourvues de nombreux filaments des *Rhizocaulon*, d'une part, leur mode de terminaison et, de l'autre, les différences spécifiques qu'elles semblent présenter. A ces deux égards, nous signalerons tout d'abord la figure 1D, pl. IV de notre Révision (2), qui représente une racine de *Rhizocaulon*, à la fois plus mince et pourvue de filaments plus fins, plus longs et plus nombreux que ne sont les précédentes. Il y aurait donc ici présomption en faveur de la présence d'une espèce particulière. Pour ce qui est de la terminaison, il demeure probable mais non tout à fait certain, qu'on ait pu l'observer. En effet, un échantillon conforme par l'aspect à celui qui vient d'être signalé et que nous avons soin de reproduire (pl. 8, fig. 4) laisse entrevoir, à la suite d'un amincissement léger et

(1) Voy. *Dernières adjonctions*, pl. V, fig. 9 en *b*, Paris, G. Masson, 1889.
(2) *Ann. Sc. nat.*, 5e série, *Bot.*, t. XVIII.

graduel du corps de la racine, un repli de l'organe, à la suite duquel son prolongement se perd au milieu des poils radicaux accumulés en désordre. Des fragments épars (en *a, a*) de feuilles et de tiges, associés aux racines, justifient pleinement l'attribution que nous faisons de celles-ci au *Rhizocaulon*. D'autres racines (pl. 7, fig. 4-6) recueillies à Aix, sont tellement minces et pourvues de filaments si ténus, qu'on se demande si elles ne représentent pas les dernières ramifications de ces sortes d'organes, dont la tendance à la subdivision semblerait acquise, d'après les observations de Schumann.

Dans le gisement de Bonnieux, sur les mêmes plaques que les fragments de feuilles et de tiges de *Rhizocaulon*, signalés plus haut, on rencontre encore des racines ayant le même aspect et pourvues des mêmes filaments que les précédentes, mais beaucoup plus épaisses et dénotant sans doute une forme distincte. Nous avons déjà figuré, dans la Flore de Bonnieux (1), une de ces racines, qui laisse voir, à ce qu'il paraît, sa terminaison inférieure, bien que l'extrême sommet ait pu faire défaut au moment de la fossilisation de l'ancien organe. Nous la reproduisons de nouveau (pl. 6, fig. 6, en *b*), tellement l'empreinte nous semble bien caractérisée, et nous l'accompagnons d'une autre de même nature, pl. 6, fig. 7, qui se rapporte également à notre *Rhizocaulon recentius* Sap., espèce qui reparaît à Manosque et sur laquelle nous reviendrons bientôt, à propos des appareils reproducteurs.

Les organes que nous venons de signaler : tiges, feuilles intactes ou perforées, racines libres, aériennes ou flottantes et pourvues de longs filaments se rencontrent, généralement, associées à la surface de certains lits, dans les gisements d'Aix, de Saint-Zacharie, de Bonnieux et finalement de Manosque (Bois d'Asson). Leur attribution à des plantes congénères de celles que renferment les blocs convertis en silice du *Rhizocaulon Brongniartii* est d'autant plus admissible que de part et d'autre les vestiges observés offrent la même apparence morphologique. La seule différence sur laquelle on pourrait insister dans un rapprochement des diverses formes du genre, comparées entre elles, consisterait en ce que les tiges du *Rh. Brongniartii* ont dû être beaucoup plus minces que celles des *Rhizocaulon*, soit d'Aix (*Rh. gypsorum* Sap. *Rh. perforatum* Sap.),

(1) *Et. sur la vég. tert. du S.-E. de la France*, III ; *Ann. Sc. nat.*, 5e série. *Bot.*, t. VIII, pl. II, fig. 3.

soit de Saint-Zacharie (*Rh. polystachium* Sap.), soit, enfin, de Bonnieux et de l'Aquitanien de Manosque.

Mais, comme nous le verrons plus loin, la largeur de ces dernières tiges à l'état d'empreintes, peut tenir à ce qu'elles auraient été déroulées, puis aplaties et comprimées, après l'enlèvement des parties molles intérieures par les animaux qui s'en seraient nourris.

Il n'en est pas tout à fait ainsi des appareils fructificateurs que nous allons interroger. Bien que leur attribution aux *Rhizocaulon* paraisse probable, les échantillons de ces plantes convertis en silice n'en présentent pas de vestiges, et ces appareils n'ont pas été rencontrés non plus dans tous les gisements, ni à la surface de toutes les plaques qui présentent des tiges, feuilles ou racines de *Rhizocaulon*, associées.

Ainsi, le gisement d'Aix non plus que ceux de Gargas ou de Bonnieux n'en ont encore offert de vestiges. C'est à Nans, non loin de Saint-Zacharie, sur un niveau peu éloigné de celui des gypses d'Aix, que nous avons recueilli les épis fructifiés, sous toutes réserves, du *Rhizocaulon gypsorum* (1), et que reproduit notre figure 6, pl. 9, avec la dénomination de *Rh. nansensis*. Il s'agit, il est vrai d'un gisement très pauvre, dont cette empreinte constitue jusqu'ici l'unique fossile, et l'attribution demeure forcément incertaine.

Au contraire, le gisement de Saint-Zacharie s'est trouvé riche en empreintes d'épis, soit isolés, soit encore réunis en panicules et représentant de notables parties d'inflorescences, recueillies dans les mêmes lits que les empreintes de feuilles, de tiges et de racines, attribuées aux *Rhizocaulon* (*Rh. polystachium* Sap., — *Rh. gracile* Sap.), et la distinction de ces deux espèces a pu être établie avec vraisemblance (voyez les figures 1 — 5, pl. 9; et 2-3 pl. 10). Ici donc, la coïncidence est manifeste et elle a été confirmée par la découverte récente, dans le gisement aquitanien de Manosque (Bois-d'Asson), d'un axe partiel, détaché d'une inflorescence paniculée de grande taille (pl. 10. fig. 1, *a* et *b*), pourvu des mêmes épis fructifiés qu'à Saint-Zacharie, et morphologiquement voisin de ceux recueillis dans ce dernier gisement. L'empreinte de Manosque, qui dénote chez la plante-mère, à laquelle elle a appartenu, la présence

(1) *Revis. de la Flore d'Aix*, p. 27, pl. III, fig. 14; — *Ann. Sc. nat.*, 5e série, *Bot.*, t. XVII.

d'un appareil reproducteur d'une dimension considérable, provient en définitive des mêmes lits que les vestiges de tiges et de feuilles déjà signalés sous le nom de *Rhizocaulon recentius* Sap.

Les appareils fructifiés dont l'attribution aux *Rhizocaulon* est admise par nous comme probable et que Schumann voudrait nommer *Paniculites*, comprennent au moins quatre espèces, mais dont la ressemblance est telle qu'on ne saurait s'empêcher de les considérer comme se rapportant à un seul et même genre. Les épis, dont ces appareils sont formés, toujours pédicellés, tantôt solitaires, tantôt réunis par deux ou par trois sur des axes partiels (pl. 9, fig. 4), sont plus ou moins oblongs ou ovales-oblongs, obtus ou lancéolés au sommet et composés d'écailles nombreuses, étroitement apprimées et imbriquées, appliquées les unes sur les autres. Il est impossible de rien conjecturer au sujet des organes reproducteurs, fleurs ou semences auxquels ces écailles ou paillettes servaient visiblement de bractées tégumentaires. Tout ce qu'il est possible de saisir de celles-ci, c'est qu'elles étaient de consistance presque scarieuse et pourvues d'une carène dorsale fine, mais bien distincte.

L'espèce la plus ancienne de *Paniculites*, stratigraphiquement parlant, figurée dans notre *Révision de la Flore d'Aix*, pl. III, fig. 14 et reproduite ici de nouveau (pl. 9, fig. 6), sous la dénomination de « Nansensis », à raison de sa provenance, présente des épillets lancéolés, plus petits que ceux des autres espèces, tout en offrant la même conformation apparente. Les épillets sont épars, finement pédicellés; les uns solitaires, les autres réunis par deux ou par trois sur un pédicelle commun.

Le gisement de Saint-Zacharie a fourni à lui seul de nombreux fragments et des parties plus ou moins étendues de ces sortes d'appareils paniculés, encore garnis de leurs épis et qui présenteraient sans doute des inflorescences intégralement conservées si les plaques sur lesquelles on observe les empreintes avaient pu être retirées des lits exploités autrement qu'à l'état de fragments. Ici, pl. 9, fig. 1-5, on remarque un axe central ou primaire, sur lequel, dans un ordre alterne, viennent s'insérer des axes secondaires, soit simples, soit eux-mêmes ramifiés, le long desquels sont finalement insérés, avec une direction ascendante, les épis pédicellés, associés par deux ou trois sur un pédicule commun.

L'une des formes de Saint-Zacharie, pl. 9, fig. 5, se distingue de la plus ordinaire par ses épis très allongés, étroitement lancéolés-linéaires ; quant à l'autre, pl. 9, fig. 1-4, et pl. 10, fig. 3, qui est la plus répandue et dont il existe des exemplaires instructifs par leur étendue et les détails qu'ils présentent, nous nous bornerons à signaler la présence, au contact de l'un d'eux (pl. 9, fig. 1, en *aa*) de deux fragments de racines pourvus de poils radicaux et visiblement conformes à celles des *Rhizocaulon*. Il y a là une coïncidence et une association de nature à guider l'analogie.

Un très joli exemplaire du même « *Paniculistes* » (pl. 10, fig. 3) a été recueilli à Saint-Zacharie dans une couche un peu différente, non plus marneuse et tendre, mais formée d'un calcaire à pâte marmoréenne et à cassure esquilleuse, d'une teinte enfumée. Cette dernière empreinte, encore revêtue des résidus charbonneux de la substance végétale, présente des épillets moins allongés, plus arrondis vers le haut et groupés un peu différemment sur un axe partiel légèrement flexueux. Il semble pourtant que ce soit là une simple variété de la même espèce, *Rhizocaulon* (*Paniculites*) *polystachium* Sap.

Il reste à considérer un dernier échantillon de « *Paniculites* », le plus remarquable de tous, recueilli dernièrement auprès de Manosque (Bois-d'Asson), à la hauteur de l'aquitanien, et qui représente selon toute probabilité l'inflorescence du *Rhizocaulon recentius* Sap., dont les lambeaux de feuilles et les fragments de tiges pourvus de cicatrices radiculaires très nettes ont été retirés antérieurement des mêmes lits, disposés en plaques schisteuses. — L'empreinte comprend un axe principal, terminé à l'extrémité supérieure et d'une longueur totale d'environ 40 centimètres (pl. 10, fig. 1 *a* et *b*). Cet axe ne saurait pourtant être considéré comme un axe primaire de l'inflorescence, ni par conséquent représenter l'ensemble de l'appareil, mais seulement un des rameaux qui le composaient, de telle sorte que pris dans son ensemble cet appareil devait atteindre de grandes dimensions.

Quoiqu'il en soit de cette dernière circonstance, le long de l'axe principal, relativement grêle, verticalement érigé, rigide ou très légèrement flexueux, se trouvent disposés des ramules ascendants, courts et minces, sur lesquels se trouvent placés de nombreux épis érigés, oblongs ou ovales-lancéolés, terminés en pointe obtuse au

sommet et supportés par de courts pédicelles. Ces épis aux paléoles étroitement imbriquées sont le plus souvent appliqués l'un contre l'autre. Notre figure 1, pl. 10, reproduit en deux parties, *a* et *b*, très exactement, l'aspect de l'appareil, remarquable par sa forme élancée et le faible développement des ramules latéraux, relativement aux proportions étroitement élancées de l'ensemble. C'est uniquement, du reste, par ce côté que l'inflorescence recueillie auprès de Manosque s'écarte de celle de Saint-Zacharie, visiblement plus ramifiée ; les épis offrant de part et d'autre une apparence presque identique. En approchant du sommet, l'axe principal de l'appareil aquitanien, graduellement aminci, aboutit enfin à un ramule terminal surmonté d'un dernier épi, pareil en tout à ceux qui composent le reste de l'inflorescence.

Le nombre relativement restreint des empreintes rapportées aux *Rhizocaulon*, alors qu'il s'agit d'une plante aquatique, aux individus plus ou moins multipliés et sans doute distribués en colonies, au bord des eaux, ce nombre limité semblerait de nature à constituer un argument à l'encontre de l'attribution adoptée par nous comme la plus vraisemblable.—Il faut bien l'avouer, cependant, nous ne possédons qu'une connaissance très imparfaite des conditions qui déterminèrent autrefois la préservation des espèces végétales devenues fossiles, tantôt à l'aide de leur conversion en une substance minérale, tantôt sous l'apparence d'empreintes. Ces sortes de phénomènes, fréquents sur quelques points et dans quelques lits, plus ou moins exceptionnels, et de plus imparfaitement explorés, se montrent rares ou sont inconnus partout ailleurs, de telle sorte que les anciens végétaux ne sont jamais parvenus jusqu'à nous qu'à la faveur de certaines circonstances et dans une mesure qui ne saurait être en rapport direct avec leur abondance présumée. Il est aisé de se convaincre de cette double vérité en comparant, par exemple, la foule des ramules épars et naturellement détachés, qui jonchent le sol au voisinage des *Sequoia*, *Taxodium* et *Callitris* ; la quantité de ramuscules que comportent les régimes, persistant après l'anthèse, de la plupart des Palmiers ; enfin, les masses de feuilles et d'organes légers de toute nature, naturellement caducs, qu'entraînent les cours d'eau ou que transportent les vents au moment de la saison des pluies, avec les empreintes venues jusqu'à nous et qui ne s'offrent jamais à l'observateur qu'avec une abondance

des plus relatives. Les Nymphéinées elles-mêmes sont demeurées le plus souvent rares ou clairsemées, et leur présence exclusive dans une couche récemment explorée aux environs de Manosque (Bois-d'Asson) constitue une exception, loin de répondre à une règle. Nous n'aurions à signaler, comme très répandus, dans ce gisement que les *Typha* (*Typha latissima* Hr.), en fait de plantes aquatiques, et le *Glystostrobus europæus* qui représentait sans doute alors une Conifère servant de lisière immédiate aux anciennes eaux, dont les débris aient été assez multipliés pour couvrir d'empreintes la surface entière de certains lits.

Loin d'être rangées pourtant parmi les plantes les plus rares, les *Rhizocaulon*, sous le rapport de la fréquence, répondent plutôt à une moyenne, surtout en tenant compte de cette particularité que leurs diverses parties, loin d'être caduques à la façon des feuilles de Dicotylées ou de celles des Pins ou enfin des ramules de Cupressinées ou de Séquoïées étaient plutôt tenaces et persistantes, à l'exemple de celles de la majorité des Monocotylées, circonstance qui nous porte à croire, si l'on remarque la découpure presque toujours irrégulière des lambeaux rapportés à ces plantes, que la dent des animaux aurait pu contribuer à leur dispersion et par suite faciliter leur conservation à l'état d'empreinte. En outre, les points sur lesquels le phénomène de préservation des restes devenus fossiles s'est produit, ont dû toujours être situés à une distance assez éloignée des anciennes plages pour qu'une faible partie des organes entraînés soient parvenus à les atteindre, la plupart s'étant arrêtés en chemin.

(A suivre).

INFLUENCE

DU

MODE DE RÉPARTITION DES ENGRAIS

SUR LEUR UTILISATION PAR LES PLANTES

par **M. A. PRUNET**.

La question du mode de répartition des engrais minéraux n'aurait sans doute qu'une médiocre importance, si ces engrais étaient toujours tels que fournis au sol sous une forme soluble, ils conservassent indéfiniment leur solubilité et leur diffusibilité. Mais, de tous les engrais minéraux communément employés, le nitrate de soude seul reste dans un état constant de dissolution et peut se diffuser d'une manière en quelque sorte indéfinie.

Les engrais phosphatés et potassiques se comportent de façon toute différente. Même lorsqu'ils sont répandus à l'état soluble, ils ne tardent pas à entrer dans des combinaisons qui les insolubilisent ou sont fixés par ce que l'on appelle le pouvoir absorbant du sol. Le phosphate monocalcique de chaux ou superphosphate qui est la forme habituelle de l'engrais phosphaté soluble est rapidement transformé par diverses bases qui manquent rarement dans la terre, chaux, oxyde de fer, alumine, etc., en phosphates bibasiques et tribasiques insolubles. En outre, la matière organique du sol est douée d'un pouvoir absorbant considérable pour l'acide phosphorique et la potasse. MM. Berthelot et André ont montré (1) que cette affinité est telle que les acides azotique et chlorhydrique

(1) Berthelot et André : *Sur l'état de la potasse dans les plantes, le terreau et la terre végétale et sur son dosage* (Annales de Chimie et de Physique, 6e série, t. 15, p. 86-113, 1888).— *Sur le phosphore et l'acide phosphorique dans la végétation* (*ibid.*, p. 133-144). — *Sur le dosage des matières minérales contenues dans la terre végétale et sur leur rôle en agriculture.* (Comptes-rendus, t. 112, p. 117, 1891).

concentrés et bouillants ne peuvent enlever au terreau, par exemple, la totalité de la potasse et de l'acide phosphorique qui s'y trouvent contenus.

Après leur immobilisation, les engrais phosphatés et potassiques ne sont d'ailleurs pas perdus pour les plantes. Les phénomènes d'ordre microbien dont la matière organique est le siège et dont le plus connu est la nitrification ont sans doute pour résultat de rendre disponibles et de mobiliser de nouveau, tout au moins partiellement, la potasse et l'acide phosphorique précédemment fixés ; en outre, l'acide carbonique, beaucoup plus abondant dans l'air confiné du sol que dans l'air atmosphérique (1), se dissolvant dans l'eau qui imbibe les particules terreuses, lui permet de dissoudre de petites quantités de matières fertilisantes insolubles dans l'eau pure. Il faut bien dire toutefois que ces quantités doivent être fort minimes (2) et que, d'autre part, l'acide phosphorique et la potasse rendus disponibles par une destruction plus ou moins complète des particules organiques qui les avaient immobilisés ne restent pas longtemps à l'état soluble, étant bientôt fixés par de nouvelles particules organiques.

Mais les racines, on le sait, ne sont pas de simples organes d'absorption de l'eau et des substances préalablement dissoutes dans cette eau. Les expériences déjà anciennes de M. Sachs (3) et d'autres plus récentes de M. Molisch (4) ont montré que les racines sont susceptibles de corroder et de rendre solubles les substances les plus résistantes, comme le marbre, la magnésie, la dolomie, l'apatite, l'ivoire, avec lesquelles elles ont pu se mettre en contact.

Une expérience de M. Sachs (5) met bien en évidence à la fois le pouvoir absorbant de la matière organique pour l'acide phosphorique et la potasse et l'aptitude des racines à utiliser ces substances après leur absorption. Des fragments de tourbe, substance à peu

(1) Boussingault et Léwy : *Mémoire sur la composition de l'air confiné dans la terre végétale* (Annales de Chimie et de Physique, t. 37, p. 5-50, 1853)

Th. Schlœsing fils : *Sur l'atmosphère contenue dans les sols agricoles* (*ibid*, 6e série, t. 23, p. 362-387, 1891).

E. Risler (*ibid*, p. 385-386, en note).

(2) Berthelot et André : loc. cit.

(3) Sachs : Botan. Zeitung, 1860, p. 117.

(4) Molish : Verhandl. der Zool. — Botan. Gesellschaft, 1887.

(5) Sachs : Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, p. 241, Leipzig, 1887.

près dépourvue d'acide phosphorique et de potasse, sont les uns arrosés avec une solution de phosphate de potasse à 1 ou 2 0/0, les autres avec de l'eau pure ; les premiers sont ensuites lavés soigneusement à l'eau distillée jusqu'à ce que les eaux de lavage ne contiennent plus trace de phosphate. Sur les uns et sur les autres, on sème du Maïs, des Haricots, du Blé, etc. Les fragments de tourbe préalablement arrosés de la solution de phosphate de potasse portent des plantes très vigoureuses, les autres, des plantes chétives qui ne tardent pas à périr.

On voit donc que si le sol immobilise certains éléments précieux de fertilisation, les racines peuvent cependant dissoudre et absorber ces éléments après leur immobilisation ; mais on conçoit que la dissolution et l'absorption ne sauraient porter que sur les particules qui sont en contact immédiat avec les racines.

Dans les ouvrages qui traitent de la question des principes fertilisants, on lit que les engrais doivent être divisés autant que possible, répandus également et mélangés au sol d'une façon très intime, de telle sorte qu'une dissémination complète des engrais paraît être une condition indispensable à leur bonne utilisation. Exception est faite cependant pour le nitrate de soude employé seul, que l'on conseille habituellement de répandre en couverture.

Grâce à son état constant de dissolution et à sa diffusibilité, le nitrate de soude est un engrais éminemment voyageur qui se transporte pour ainsi dire au devant des racines de telle sorte que son absorption doit être considérée comme étant de même ordre que celle de l'eau ; on peut admettre qu'il est entièrement absorbé, si l'on fait abstraction des parties qui sont entraînées dans le soussol par les eaux d'infiltration et gagnent la nappe souterraine. Il paraît probable que l'utilisation du nitrate de soude est indépendante de tout mode de répartition.

Il n'en est sans doute pas de même des engrais potassiques et phosphatés. Ces engrais, nous l'avons vu, sont bientôt immobilisés par le pouvoir absorbant du sol ou par leur entrée dans des combinaisons insolubles. Dans le mode de répartition habituel, chaque particule terreuse recevant pour ainsi dire sa part d'engrais, l'immobilisation de cet engrais sera extrêmement rapide à cause de la multiplicité de ses points de contact avec les éléments du sol susceptibles de le fixer ou de le rendre insoluble. Et comme les

racines n'explorent qu'une faible partie de la masse de terre qu'elles ont à leur disposition, et que les portions seules de l'engrais qui seront atteintes directement par les racines seront utilisées, on conçoit qu'une proportion très considérable de cet engrais restera perdue pour la récolte. Si, au contraire, l'engrais est répandu de telle sorte qu'il abonde en certains points tout en manquant en d'autres, son immobilisation sera plus lente et si, en outre, les parties du sol où il est localisé sont à portée des racines, il semble que celles-ci pourront en tirer un meilleur parti. Quoi qu'il en soit, on voit que le mode de répartition de l'engrais dans la terre arable mérite d'être étudié de près et que c'est là une question d'un grand intérêt physiologique et d'une haute importance pratique.

M. Th. Schlœsing (1) a le premier attiré l'attention sur cette question à la suite d'expériences faites dans le courant de 1892.

Afin d'exagérer en quelque sorte les différences qui pouvaient résulter du mode de répartition de l'engrais, M. Schlœsing employa un sol stérile composé de 84 0/0 d'un sous-sol très sableux et de 16 0/0 d'un sous-sol argileux, auquel il ajouta 2,5 millièmes de craie pour lui fournir le calcaire qui lui manquait ; le sol ainsi formé étant dépourvu de matière organique, on y mélangea de la paille hachée destinée à fournir par sa combustion lente l'acide carbonique qui existe, normalement, dans tous les sols.

On en remplit ensuite deux cases étanches ayant chacune 2^{m2} de superficie. Les deux cases reçurent un engrais composé de nitrate de soude, de sulfate de potasse, de sulfate de magnésie et de superphosphate d'os.

Dans la case I, l'engrais préalablement dissous fut soigneusement mélangé à la terre ; dans la case II, il fut répandu au fond de 8 sillons longitudinaux creusés dans la terre, puis recouvert. Cinq espèces de plantes furent cultivées dans les deux cases : le Blé, le Pois, le Haricot, la Betterave, la Pomme de terre. L'humidité du sol fut maintenue à l'aide d'arrosages à l'eau distillée. Divers accidents ayant empêché les récoltes de Pois et de Betterave d'arriver à bien, les résultats fournis par le Blé, le Haricot, la Pomme de terre ont pu seuls être retenus. La végétation a toujours paru plus développée dans la case II. Les poids secs des récoltes y ont été plus

(1) Th. Schlœsing : Comptes-rendus, t. 115, p. 698 et 768, 1892.

élevés. Les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse absorbés ont été aussi plus considérables dans la case II que dans la case I. L'engrais a donc été mieux utilisé dans la case II et par suite le résultat de ces essais s'est montré entièrement favorable à la répartition de l'engrais en lignes.

Les expériences de M. Schlœsing, bien que fort concluantes, ayant été faites dans des conditions un peu artificielles et dans un terrain d'une très faible étendue, il convenait de les reprendre dans des conditions plus normales et sur une plus grande échelle. En outre si l'acide phosphorique, grâce à la craie ajoutée au mélange des deux sous-sols, grâce aussi à l'alumine et à l'oxyde de fer qui s'y trouvaient originellement avait pu être rapidement immobilisé, il n'en avait pas été de même du sulfate de potasse presque entièrement soluble à cause de la pénurie du sol en humus, agent principal de la fixation de la potasse (1), la paille ajoutée n'ayant éprouvé la transformation humique qu'après que les récoltes avaient déjà profité dans une large mesure de l'état de liberté de l'engrais potassique. C'est donc presque exclusivement à l'influence du superphosphate que l'on doit attribuer dans les essais de M. Schlœsing les différences de rendements consécutives aux deux modes de répartition de l'engrais.

Mes recherches ont été faites dans le courant de 1893; les unes dans une terre forte de coteau, les autres dans une terre meuble de plaine.

Dans 1000 gr. de terre fine on a trouvé :

Terre de coteau	Acide phosphorique	0,695
	Potasse	2,64
	Azote	0,907
	Calcaire	17
Terre de plaine	Acide phosphorique	0,954
	Potasse	1,83
	Azote	1,02
	Calcaire	2,67

La terre de coteau avait une surface effective de 180 mètres carrés, celle de plaine une surface effective de 5100 mètres carrés. Pour diverses raisons j'ai dû limiter mes recherches à une seule plante de culture, la Pomme de terre. Dans les essais de M. Schlœ-

(1) Schlœsing : loc. cit. p. 701.

sing la Pomme de terre était représentée par deux pieds seulement dans chaque case.

Chaque champ d'expériences fut divisé en trois parcelles d'égale superficie. Dans chacun d'eux, la parcelle I ne reçut pas d'engrais; elle devait simplement servir de témoin. Les parcelles II et III reçurent un engrais comprenant à l'hectare 150 kil. de nitrate de soude, 150 kil. de sulfate de potasse et 300 kil. de superphosphate minéral. Dans la parcelle II, l'engrais fut répandu aussi également que possible à la surface du sol et enfoui par un hersage suivi de deux labours en croix. La parcelle II reçut les mêmes façons. Les tubercules furent semés en même temps dans les parcelles II et III. Dans la parcelle III, les tubercules furent placés à la main à la partie inférieure des sillons, et enfoncés dans la paroi latérale, l'engrais fut répandu au fond même du sillon en une ligne parallèle à celle que formaient les tubercules. L'engrais se trouvait ainsi à 3 ou 4 centimètres des tubercules et à un niveau un peu inférieur. Le tout fut recouvert. Dans les parcelles I et II les tubercules furent semés à la même profondeur que dans la parcelle III. Ils furent employés entiers et de grosseur moyenne. On les avait choisis aussi semblables que possible. On laissa entre eux 50 centim. en tous sens. La variété cultivée a été dans les deux champs d'expériences la Pomme de terre dite *Chardon*.

On pourra remarquer que les engrais employés correspondent à peu de chose près à ceux que M. Schlœsing a utilisés dans ses essais. Il est intéressant de rechercher si les effets de ces engrais devaient être identiques dans les deux cas. On peut tout d'abord mettre à part le nitrate de soude dont le mode de répartition, nous l'avons vu, paraît indifférent, et dont le rôle devait se borner, du moins dans mon esprit, à fournir aux cultures le supplément d'azote rendu nécessaire par l'apport des deux autres engrais. Le superphosphate minéral reçu par les parcelles II et III comme le superphosphate d'os mélangé à la terre des deux cases de M. Schlœsing a pu être insolubilisé par diverses bases : chaux, oxyde de fer, alumine. Cet engrais présentait donc dans les deux modes de répartition des différences considérables au point de vue de la dissémination, et sous ce rapport les conditions expérimentales sont analogues à celles que M. Schlœsing avait réalisées. Les conditions d'expériences sont différentes en ce qui concerne le sulfate de

potasse. Nous avons vu en effet que par suite de l'absence d'humus dans le sol employé par M. Schlœsing, la plus grande partie de l'engrais potassique avait dû rester à l'état soluble et que la localisation originelle de cet engrais dans les 8 sillons de la case II ne s'était dès lors pas longtemps maintenue. Dans mes champs d'expériences, l'engrais potassique, sans doute, est resté en partie dissous, à cause de la nature de son acide, l'acide sulfurique, agent principal de la solubilisation de la potasse, mais en grande partie aussi a été fixé grâce à la présence d'une bonne proportion de matière organique dans les deux sols, ainsi qu'en témoigne la teneur en azote indiquée par l'analyse. Par suite, la localisation de la potasse dans les sillons de la parcelle III s'est trouvée mieux assurée que dans ceux de la case II de M. Schlœsing.

Dans mes essais, les différences dans la dissémination définitive de l'engrais, qui sont la conséquence des deux modes de répartition employés, ont donc porté d'abord sur la presque totalité de l'acide phosphorique comme dans ceux de M. Schlœsing, mais en outre tout au moins sur une proportion beaucoup plus forte de l'engrais potassique.

La germination des tubercules a été plus précoce dans les parcelles fumées que dans les parcelles non fumées, plus précoce dans la parcelle III que dans la parcelle II. Le 17 avril, dans la terre de coteau, le nombre des tubercules dont les premières feuilles sortaient du sol était le suivant :

Parcelle I (sans engrais).	30
Parcelle II (Engrais uniformément répandu) . . .	56
Parcelle III (Engrais en ligne)	82

La végétation s'est toujours montrée plus vigoureuse dans la parcelle III que dans les deux autres. La dessiccation des parties aériennes a eu lieu à peu près en même temps dans les trois parcelles, à peine un peu plus tardivement dans la parcelle III. Les différences auraient été sans doute plus accusées sous la sécheresse excessive de l'été dernier.

Les poids des tubercules obtenus a été le suivant :

Terre de coteau	Parcelle I	91 k.	296
	Parcelle II	130	34
	Parcelle III	139	512
Terre de plaine	Parcelle I	3119 k.	5
	Parcelle II	3935	5
	Parcelle III	4634	6

Soit à l'hectare :

Terre de coteau	Parcelle I	15216 kil.
	Parcelle II	20540 »
	Parcelle III	23252 »
Terre de plaine	Parcelle I	18350 kil.
	Parcelle II	21380 »
	Parcelle III	23150 »

Les excédents de récolte de la parcelle III sur la parcelle II, rapportés à l'hectare, se sont élevés à :

Terre de coteau	2712 kil.	soit 11,66 0/0
Terre de plaine	1770 kil.	soit 7,64 0/0

Ces excédents paraîtront assez importants, si l'on réfléchit à la proportion modérée d'engrais employée dans ces expériences. Une fumure plus énergique les aurait sans doute accrus.

M. Schlœsing s'est particulièrement préoccupé de rechercher les quantités relatives de principes fertilisants enlevés au sol par les récoltes, me plaçant à un point de vue différent, afin d'être mieux éclairé sur la valeur réelle de la récolte, j'ai recherché, outre la quantité de matière sèche, la quantité de matière azotée et de fécule fournie par les trois parcelles des deux champs d'expériences. Pour faciliter les comparaisons, les chiffres ont été rapportés à l'hectare :

		Mat. sèche	Mat. azotée	Fécule
Terre de coteau	Parcelle I	4367 kil.	289 kil.	3469 kil.
	Parcelle II	5176 »	518 »	3985 »
	Parcelle III	6092 »	581 »	4743 »
Terre de Plaine	Parcelle I	5432 »	371 »	4349 »
	Parcelle II	5537 »	547 »	4297 »
	Parcelle III	6297 »	586 »	4954 »

Les excédents fournis par la parcelle III sur la parcelle II s'élèvent à :

	Mat. sèche	Mat. azotée	Fécule
Terre de coteau	916 kil.	63 kil.	758 kil.
Terre de plaine	760 kil.	39 kil.	657 kil.

Soit pour 100 :

Terre de coteau	15 k. 03	10 k. 84	15 k. 98
Terre de plaine	12 k. 06	6 k. 65	13 k. 38

Ces chiffres sont assez élevés. Il était important de les rechercher,

car l'expérience a montré qu'un accroissement de récolte dû à l'emploi des engrais, peut être accompagné, dans certains cas, d'un déficit dans le poids total de la matière sèche. Il en est ainsi lorsque le poids relatif de la matière sèche a diminué et que cette diminution n'est pas compensée par l'excédent de poids brut de la récolte. Dans mes essais, cette compensation n'a pas eu à s'établir car les tubercules récoltés se sont montrés relativement plus riches en matière sèche dans la parcelle III que dans la parcelle II. C'est ce qui ressort du tableau suivant :

		100 kil. de tub. renferment :	
		Eau	Mat. sèche
Terre de coteau	Parcelle III	73,8	26,2
	Parcelle II	74,8	25,2
Terre de plaine	Parcelle III	72,8	27,2
	Parcelle II	74,1	25,9

Ce résultat que rendait assez inattendu la surproduction observée dans la parcelle III (1) et la présence du nitrate de soude dans l'engrais, ne peut s'expliquer que par une meilleure utilisation, dans cette parcelle, de ceux des principes fertilisants employés qui poussent le plus à l'accroissement de la matière sèche. Je veux parler de la potasse et surtout de l'acide phosphorique. On se rappelle que ce sont précisément ces deux engrais qui présentaient, au point de vue de la dissémination, dans les parcelles II et III, les différences les plus profondes.

L'observation des racines des Pommes de terre dans la parcelle III permettait de se rendre compte de cette meilleure utilisation. Les radicelles, en effet, étaient particulièrement nombreuses dans la région occupée par l'engrais, et comme cette région était très limitée, on conçoit que le sulfate de potasse et le superphosphate de chaux aient pu être absorbés en plus grande abondance que dans la parcelle II. D'ailleurs, comme on devait s'y attendre, le système radiculaire tout entier était, de même que les parties aériennes et souterraines de la tige, plus développé dans la parcelle III que dans les autres, de sorte que l'accumulation d'un grand nombre de radicelles dans un espace restreint voisin de la surface

(1) Dans la parcelle I laissée sans engrais, et qui a produit le minimum de récolte, les tubercules renferment une proportion de matière sèche sensiblement plus élevée que dans les deux autres parcelles : 28,7 °/₀ pour la terre de coteau, 29,6 °/₀ pour la terre de plaine.

du sol ne pouvait avoir de conséquences fâcheuses pendant la saison chaude au point de vue de l'approvisionnement en eau qui, on le sait, est alors surtout assuré par les racines profondes.

En résumé, *dans mes expériences, la répartition de l'engrais en lignes s'est montrée la plus avantageuse, tant au point de vue du rendement brut en tubercules qu'au point de vue du rendement absolu et relatif en matière sèche et du rendement en matière azotée et en fécule.*

Peut-on redouter que ce mode de répartition ne détermine à la longue un épuisement du sol par la surproduction qui en est la conséquence ? Cette crainte serait justifiée si les engrais employés étaient tels qu'ils eussent simplement pour résultat de mettre en œuvre certains des éléments de fertilisation du sol ; on connaît à cet égard les effets désastreux de l'emploi exclusif du nitrate de soude et de la pratique abusive du chaulage ; mais ces résultats fâcheux tiennent au choix des engrais et non à tel ou tel mode de répartition. On sait que pour conserver à un sol toute sa fertilité, il faut, sauf cas exceptionnels, lui rendre au moins tout ce qu'on lui prend ; en appliquant cette règle, on se mettra à l'abri de tout mécompte.

D'ailleurs, le problème de la répartition de l'engrais ne saurait être considéré comme entièrement résolu par ces expériences et par celles de M. Schlœsing. Les questions de culture sont, en effet, rendues très complexes par le nombre considérable des facteurs qui interviennent dans l'évolution d'une récolte, facteurs dont le praticien n'est souvent pas le maître ou dont les effets ou même la nature sont encore inconnus. De nouvelles recherches devront donc être faites dans des terrains de nature variée et avec des plantes diverses. Il sera bon aussi d'étudier les conséquences de l'application régulière du nouveau mode de répartition de l'engrais à un même sol pendant plusieurs années. En dehors de leur intérêt physiologique, ces recherches pourront avoir une haute importance pratique.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

la Description et la Géographie des Lichens

PUBLIÉS EN 1892 ET 1893 (*suite et fin*).

Faisons remarquer que le *Pertusaria bryontha* Nyl., *Lecanora bryontha* Ach., *Parmelia subfusca* var. *bryontha* Ach., devient chez M. Müller le *Lecanora subfusca* var. *bryontha*. En admettant que ce Lichen puisse redevenir un *Lecanora*, il me paraît complètement inadmissible que l'on puisse le joindre au *Lecanora subfusca* Ach. qui a 8 petites spores dans chaque thèque, tandis que le *Pertusaria bryontha* Nyl. n'en a qu'une très grande, vingt fois plus grande que celles de l'autre espèce : la classification de M. Müller est en somme fondée, comme celle des autres auteurs, en partie sur la mesure et la forme des spores. Une autre remarque que le savant Lichénologue de Genève voudra bien me permettre de lui faire, c'est que dans ses Lichens de Victoria (1893) le *Parmeliella microphylla* Müll. Argov. est placé dans la tribu des Pannariées et dans ses Lichens du Japon (1892), il se trouve dans celle des Parmeliellées. A-t-il renoncé à cette dernière tribu ? En le faisant, il aurait, je crois, agi sagement, car il me paraît difficile d'admettre que deux groupes de Lichens aussi voisins que le sont les *Pannaria* et les *Pannularia* de M. Nylander soient séparés en deux tribus différentes. Ces petites observations ne m'empêchent pas de rendre l'hommage le plus complet à la science de M. le docteur Müller en fait de Lichens, et si l'on regarde quelques années en arrière on est effrayé de voir le nombre qu'il en a étudié, soit dans les grands herbiers, soit dans les collections qui lui ont été envoyées. Ce savant va nous conduire maintenant en Nouvelle-Calédonie. Deux genres qui n'avaient pas encore été vus dans cette île se trouvent dans la collection de M. Balansa (1), *Thysanothecium* et *Rocella*; sur les 127 espèces, presque toutes corticoles, qui la composent, 14 étaient inconnues et il y a aussi 3 variétés nouvelles. La proportion des espèces attribuées à chaque tribu est à peu près la même que dans l'ouvrage de M. Nylander sur les Lichens

(1) J. Müller : *Lichenes Neo-Caledonici a cl. Balansa in Nova Caledonia lecti necnon alii nonnulli ab aliis ibidem observati*. (Journal de Botanique).

de la Nouvelle-Calédonie (1). Il n'y a que les Pyrénocarpées qui, proportion gardée, soient ici plus nombreuses ; elles sont 27 espèces dans les deux Mémoires, mais dans celui de M. Nylander le total est de 220. Chez ce dernier, la tribu des Graphidées est celle qui a le plus d'espèces ; ici, c'est elle qui, avec les Pyrénocarpées, en emporte aussi le plus, elle en a également 27 et M. Müller lui attribue presque la moitié des espèces nouvelles, 6 sur 14. En vertu de la loi de priorité, 2 espèces changent de nom, le *Trypethelium Sprengelii* Ach. se nommera désormais *Tr. Eluteriæ* Sprengel, et le *Sticta physciospora* Nyl. devient le *St. impressa* Hook. et Tayl., mais il faut faire remarquer que M. Nylander ne regarde pas ces deux dernières espèces comme identiques. En même temps, M. Müller supprime son *Sticta Borneti*, qu'il paraît avoir fondé sur le nombre des cloisons des spores, et le rapporte à ce même *S. impressa* Hook. et Tayl. Quatre autres espèces de M. Nylander, provenant de la même île, et décrites par M. Müller dans ses *Lichenes exotici*, sont seulement changées de genre, ainsi que 9 de l'île voisine, Lifu, afin de les faire entrer dans sa nomenclature. Dans le même Recueil, pour achever ce qu'il contient, sont décrites 3 espèces de la Nouvelle-Zélande, appartenant à l'Herbier de Kew, récoltées l'une par Kirk et les deux autres par Colenso. Une belle espèce de ce dernier, provenant également de cette île, est placée par M. Müller (2) sous un genre nouveau et nommée *Coniophyllum Colensoi ;* son thalle ressemble à celui du *Cladonia cervicornis*, mais l'intérieur de ses apothécies sessiles forme une masse pulvérulente comme dans les Caliciées. Le Mémoire où est décrit ce Lichen comprend 52 espèces de la Nouvelle-Zélande, presque toutes envoyées par M. le docteur Knight, qui, depuis près de 30 ans, explore cette île. Si l'on compare le travail de M. Müller avec celui de M. Nylander (3) paru en 1888, on ne voit qu'une seule espèce complètement semblable chez ces deux Lichénologues, *Sticta orygmæa* Ach. Il en est quelques autres, 16 environ, qui sont identiques dans les deux Mémoires, mais M. Müller leur a fait subir quelque changement. Certaines passent simplement dans un autre genre, mais pour d'autres, par exemple pour le *Parmelia Mougeotina* Nyl., M. Müller va peut-être un peu loin. M. Nylander sépare cette espèce, à cause de l'absence de réaction, du *P. Mougeotii* Schær., auquel elle ressemble. Admettons que la réaction chimique ne soit pas un caractère suffisant pour différencier deux espèces, il n'en est pas moins vrai que ce nom appartient à M. Nylander, et cette espèce, devenant une variété, doit conserver le nom de *Mougeotina* Nyl. Il est fâcheux que des espèces ou variétés reçoivent ainsi plusieurs dénominations, car la synonymie des Lichens finira par devenir inextricable.

(1) W. Nylander : *Synopsis Lichenum Novæ Caledoniæ*, 1868.
(2) J. Müller : *Lichenes Knightiani in Nova Zelandia, lecti, additis nonnullis aliis ejusdem regionis* (Bulletin de la Société royale de Botanique belge, 1892).
(3) W. Nylander : *Lichenes Novæ Zelandiæ.*

Ces deux savants font chacun de leur côté un grand nombre d'espèces nouvelles, en suivant des méthodes différentes, car M. Müller rejette complètement les réactions, ne peut-il pas arriver que deux noms différents soient donnés à la même espèce ? Il est bien difficile de préciser quels sont les caractères qui différencient absolument une espèce d'une autre espèce, et je reconnais que la présence ou l'absence d'une réaction n'est pas suffisante, mais une ou deux cloisons de plus ou de moins dans les spores d'un *Sticta*, ou quelques granules de plus ou de moins sur le bord de l'apothécie d'un de ces Lichens sont-ils des caractères qui permettent de faire une espèee nouvelle ? Je ne le crois pas non plus. M. Müller avait fondé son *Sticta Borneti* cité plus haut sur les spores qu'il croyait 4-septées, tandis que dans le *Sticta impressa* Hook. et Tayl, elles sont 2-4 septées ; son *Sticta coronata*, qu'il détruit dans ce présent Mémoire, reposait uniquement sur ce que le haut du bord de l'apothécie est entièrement couvert de petites granulations, et en étudiant les Lichens de la Nouvelle-Zélande, il a vu que le *Sticta orygmæa* Ach. n'a souvent que quelques granulations sur le bord de l'apothécie, mais que parfois il en présente d'assez nombreuses. Ne serait-il pas à désirer que les espèces nouvelles soient fondées sur des caractères plus positifs que ceux que je viens de citer. Dans ce Mémoire, M. Müller corrige plusieurs déterminations de M. Nylander, ainsi par exemple le *Verrucaria gemellipara* Nyl. devient l'*Arthopyrenia transposita* Müll. Argov. et le *Verrucaria circumpressa* Nyl. prend le nom d'*Arthopyrenia gemellipara* Müll. Argov., etc. M. Müller ne le dit pas, mais il faut penser que ces corrections ont été opérées sur les échantillons déterminés par M. Nylander ; autrement elles n'auraient pas de valeur. C'est le genre *Sticta* qui, avec dix espèces, est le mieux représenté dans cette collection ; on sait du reste que la Nouvelle-Zélande est la vraie patrie des Stictées. Sur les 52 Lichens que M. Müller a déterminés, 33 sont nouveaux, soit comme espèces, soit comme variétés.

Abbé Hue.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

Avant de passer maintenant à l'analyse des travaux qui ont trait au mode d'action exercé sur l'accroissement, sur les mouvements, sur la végétation en général, par les différentes causes extérieures autres que celles déjà examinées, quelques mots d'abord sur une méthode préconisée par M. PFEFFER (1) pour faciliter, dans certains cas, l'étude de cette action. Cette méthode a déjà été appliquée par quelques-uns des auteurs dont nous allons plus loin résumer les recherches.

Elle consiste à mouler avec du plâtre, qui se solidifie en se desséchant, les parties de la plante sur lesquelles on veut expérimenter.

S'agit-il, par exemple, de mesurer la force d'accroissement d'une racine ? La plante est mise dans un pot de telle façon que la pointe de cette racine traverse l'orifice percé au fond. Autour de cette pointe, qui dépasse, on verse du plâtre, tout en ayant soin de laisser libre l'extrémité même, et l'on ne recouvre cette extrémité que lorsque le premier plâtre déposé est entièrement sec. La calotte ainsi appliquée en dernier lieu est facilement retenue au moyen d'un papier de soie qu'on enlève lorsqu'à son tour elle est solidifiée ; elle reste naturellement indépendante du premier moulage. La racine, en s'accroissant, tend à éloigner les deux plaques l'une de l'autre ; on mesure alors l'énergie de la pression en déterminant, au moyen d'une plume d'acier flexible, la force qui est nécessaire pour maintenir les deux surfaces en contact.

Des Nitelles, des Spirogyres, partiellement enveloppées par du plâtre, restent vivantes pendant plusieurs mois. M. Pfeffer s'est assuré que les plantes supérieures ne souffrent pas davantage.

Ceci établi, l'auteur pense que, pour nombre de cas, et en particulier pour la mécanique de l'accroissement, la méthode donnera des résultats jusqu'alors vainement cherchés par d'autres procédés.

Un des avantages du plâtre est sa faible solubilité ; l'eau qui le

(1) Pfeffer : *Ueber Anwendung des Gipsverbandes für pflanzenphysiologischen Studien* (Berichte der K. Sachs. Gesellschaft der Wissenschaften. Déc. 1892).

traverse, par filtration, avant d'arriver à la plante, en dissout toujours trop peu pour avoir ensuite une action nuisible sur les tissus.

Est-il enfin besoin de faire remarquer qu'en ajoutant au mortier une plus ou moins grande quantité d'eau, on peut donner, à volonté, au moulage une plus ou moins grande dureté ?

Nous trouvons de suite une application de la méthode de M. Pfeffer dans le travail de M. HEGLER (1), où l'auteur examine l'influence qu'une traction mécanique exerce sur la dureté des organes végétaux.

Déjà MM. Baranetzky et Scholtz ont observé que toute cause tendant à étirer une partie de la plante amène dans cette partie un ralentissement de l'accroissement. D'après M. Hegler, il se produit, en même temps, une augmentation, en nombre et en épaisseur, des éléments mécaniques de la région ; on voit même quelquefois apparaître de nouveaux tissus.

M. Hegler attache, à une extrémité de l'organe sur lequel il veut opérer, un fil passant sur une poulie ; à l'autre extrémité, il place une charge déterminée.

Un axe hypocotylé de plantule d'*Helianthus annuus*, ainsi attaché, a supporté, une première fois, un poids maximum de 160 gr. M. Hegler l'a laissé, pendant deux jours, soumis à une traction de 150 gr. Or, au bout de ces deux jours, l'axe était devenu en état de résister à une charge de 250 gr. ; le jour suivant, on a pu, sans qu'il se rompe, ajouter 50 gr., puis quelque temps après, un poids deux fois plus grand. Il en a été de même pour des plantules de haricot et des pétioles d'*Helleborus niger*, aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière.

Chez toutes ces plantes, l'examen anatomique a montré à M. Hegler qu'il se produit un renforcement rapide des parois de certaines cellules. Le plus souvent, c'est sur le collenchyme et sur les éléments libériens que porte ce renforcement. En outre, dans les pétioles de l'*Helleborus niger*, où normalement, comme on sait, on ne rencontre pas de fibres libériennes, ces fibres apparaissent en grand nombre, formant des arcs assez forts ; on trouve aussi, à la partie interne du bois, du sclérenchyme qui ne s'y forme pas d'ordinaire.

Etant donné que cette augmentation de dureté des tissus coïncide, ainsi que nous l'avons dit, avec un ralentissement de croissance, on est évidemment tenté de considérer les deux processus comme dépendants l'un de l'autre, et comme reliés entre eux par une relation de cause à effet. M. Hegler est cependant d'avis qu'un tel raisonnement serait inexact. Ce n'est pas le renforcement mécanique qui amène la diminution de l'accroissement, et ce n'est pas davantage cette diminution qui provoque l'épaississement des parois cellulaires, ni l'apparition de nouveaux tissus. En effet, lorsqu'on entrave la croissance sans opérer de traction — ce qu'on obtient justement en employant la méthode de M. Pfeffer,

(1) Hegler : *Ueber den Einfluss von Zugkräften auf die Festigkeit und die Ausbildung mechanischer Gewebe in Planzen* (Berichte der K. Sachs. Gesellschaften. Déc. 1891. — Communiqué par M. Pfeffer).

c'est-à-dire en moulant la plante dans le plâtre — on n'observe point de formation anormale d'éléments de soutien. D'autre part, dans les organes soumis à la traction, le ralentissement d'accroissement est sensible longtemps déjà avant qu'on perçoive la moindre apparence d'épaississement.

La pression qu'une plante ou partie de plante supporte a donc en elle-même, et indépendamment des changements qui peuvent en même temps se produire dans l'accroissement, pour effet de modifier la structure des tissus, surtout au point de vue mécanique.

On comprend ainsi comment les pédoncules de certains fruits qui atteignent un volume parfois assez considérable arrivent à résister à une charge relativement assez forte. Plus le poids s'élève, et plus leur stéréome acquiert de puissance.

A un autre point de vue, cela explique également pourquoi, dans une racine ou une tige courbées sous une action quelconque, les éléments de soutien augmentent dans la moitié convexe, c'est-à-dire dans celle qui subit une tension.

De là résulte l'épaississement des tissus maintes fois remarqué dans la partie convexe des organes dont la position normale a été modifiée par géotropisme ou héliotropisme. Et il se trouve, par ce fait, démontré que cet épaississement, dans les phénomènes en question, doit être considéré comme un effet, non comme une cause, contrairement à ce qui a été quelquefois soutenu.

La sensibilité héliotropique que présentent certaines plantules de graminées et de dicotylédones est, selon Darwin, exclusivement limitée à une courte région de la pointe supérieure de ces plantules. Tout le reste de la plante est dépourvu de sensibilité directe ; les courbures qui s'y produisent sont dues à ce que l'excitation reçue par la pointe a été, de là, transmise à travers les tissus. Darwin s'appuie sur l'observation suivante : lorsqu'on soumet les plantules, sur toute leur longueur, à un éclairement unilatéral, on détermine une flexion ; mais il suffit, pour l'empêcher, que, sur une étendue de quelques millimètres, on laisse l'extrémité supérieure complètement à l'obscurité.

Dans son mémoire sur le mouvement des plantes, publié à Vienne en 1884, M. Wiesner croit au contraire avoir donné la preuve expérimentale que les organes héliotropiques ne se courbent que dans les parties atteintes unilatéralement par la lumière, et qu'il n'y a pas de propagation de l'excitation de la partie éclairée vers la région restée obscure.

M. W. Rothert (1) a cherché dans quelle mesure ces deux théories différentes peuvent être conciliées. Il a pris pour objets d'étude : les cotylédons d'*Avena sativa*, de *Phalaris canariensis*, de *Panicum san-*

(1) W. Rothert : *Ueber die Fortpflanzung des heliotropischen Reizes* (Berichte der deutscher bot. Gesellschaft, 1892).

guinale, de *Setaria viridis*, des plantules de *Brassica Napus*, d'*Agrostemma Githago*, de *Vicia sativa*, de *Linum usitatissimum*, de *Coriandrum sativum*, de *Solanum Lycopersicum*, de jeunes feuilles d'*Allium Cepa*, des pétioles de *Tropæolum minus*, de *Petroselinum sativum*, de jeunes tiges de *Vicia sativa*, de *Dahlia variabilis*, de *Lophospermum scandens*, de *Linum usitatissimum*, d'*Urtica dioïca*, etc.

Dans le cotylédon d'*Avena sativa*, par exemple, l'auteur a recouvert avec du tain ou du papier noir, la région supérieure. Or, exposée unilatéralement à la lumière, la partie inférieure s'est courbée ; la courbure, toutefois, a toujours été plus faible que lorsque l'organe tout entier était éclairé. M. Rothert en conclut qu'il y a bien, dans ce dernier cas, une propagation de l'excitation partant de l'extrémité supérieure. Cette extrémité, d'ailleurs, a toujours, en elle-même, une sensibilité héliotropique bien plus grande que le reste du cotylédon.

Les autres plantes citées ont présenté, dans l'ensemble, des exemples de même sens que le cotylédon de l'Avoine.

La propagation de l'excitation héliotropique est donc un phénomène général, variant seulement d'intensité suivant la plante ou l'organe. Tantôt la transmission est rapide, tantôt elle est lente ; les distances auxquelles elle se propage sont aussi très inégales.

La sensibilité héliotropique directe d'un organe se manifeste généralement dans toute la région qui est encore en voie d'allongement ; mais, dans cette région même, il y a, le plus souvent, vers la pointe, une zone spéciale très limitée, où l'action se fait plus vivement sentir que partout ailleurs.

Lorsque la répartition de la sensibilité est ainsi irrégulière, elle devient un des facteurs essentiels qui déterminent la forme de la courbure.

En résumé, il y a lieu de distinguer entre la sensibilité directe, c'est-à-dire celle qui se manifeste au point même où l'excitation est produite, et la sensibilité indirecte, qui correspond à une excitation transmise par les tissus.

En certaines régions, ces deux sortes de sensibilité peuvent s'additionner ; c'est leur somme qui représente toute la sensibilité héliotropique d'un organe ou d'une partie d'organe.

Tous les organes, du reste, ne sont pas héliotropiques ; il y en a qui, même pendant leur croissance, n'ont jamais cette propriété. D'autres, par contre, en petit nombre, la présentent encore après que leur allongement est terminé.

Les courbures dues au mode d'éclairement sont, toutes autres conditions égales, fonction de l'intensité d'accroissement et de la sensibilité héliotropique *totale* ; elles ne se produisent pas quand l'un de ces deux facteurs est nul.

Mais elles n'ont pas le moindre rapport avec la sensibilité héliotropique *directe*. On trouve des organes, comme l'axe hypocotylé des

Panicées, qui sont complètement dépourvus de cette sorte de sensibilité, et qui, cependant, se courbent sous l'influence de la lumière.

En dehors des courbures qu'un mode particulier d'éclairement peut ainsi provoquer sur une partie du végétal, l'intensité lumineuse a, par sa plus ou moins grande énergie, une action énorme sur la vie générale de la plante.

Déjà, précédemment, M. Oltmanns, en étudiant les conditions d'existence des Algues de mer, a reconnu que ces organismes, non-seulement présentent les dispositions décrites par M. Berthold pour se protéger, dans certaines limites, contre une lumière trop intense, mais même ne peuvent exister que si la clarté qui leur est fournie est voisine d'un optimum déterminé. Le même auteur a prouvé que ce résultat doit être étendu à toutes les plantes aquatiques.

Aujourd'hui, allant plus loin encore, M. Oltmanns (1) se demande si, en règle générale, tous les végétaux ne sont pas à un certain degré, en état de prendre des positions qui paralysent l'influence nuisible d'une modification de l'intensité lumineuse. Peut-être les courbures, chez les plantes supérieures, n'ont-elles pas d'autre effet ?

A vrai dire, l'héliotropisme, le phototactisme, la photonastie, etc., ont bien déjà été regardés comme des phénomènes de cet ordre, mais leur étude envisagée de ce point de vue est toujours restée très superficielle. M. Oltmanns a été d'autant plus tenté de la pousser plus avant qu'il pense avoir trouvé une méthode particulièrement favorable pour ce genre de recherches. Cette méthode consiste dans l'emploi de prismes de gélatine, teintés par l'encre de Chine.

De la gélatine glycérinée, ainsi noircie, est interposée entre deux plaques de verre qui font entre elles un angle très aigu. Si l'on dirige alors la lumière sur ce prisme, les rayons passent, presque sans obstacle, à travers la partie la moins épaisse, c'est-à-dire vers le sommet de l'angle ; mais ils sont absorbés de plus en plus, à mesure que l'épaisseur augmente ; de telle sorte qu'on passe graduellement de la lumière à l'obscurité. On peut d'ailleurs faire encore varier à volonté la clarté en changeant la valeur de l'angle, ou en modifiant la concentration de l'encre de Chine.

Par ce procédé, l'auteur a pu observer, de façon très précise, les conditions dans lesquelles se produisent les mouvements chez les organismes phototactiques (Volvox, Spirogyres, chloroleucites des *Mesocarpus*), et chez les plantes phototropiques (Vauchéries, *Phycomyces nitens*, pousses de Phanérogames, folioles de *Robinia Pseudacacia*, de *Phaseolus multiflorus*, feuilles de *Tropæolum majus*, etc.).

La conclusion générale est, en somme, qu'il n'y a pas, à proprement parler, d'héliotropisme positif, ni d'héliotropisme négatif.

(1) M. Oltmanns : *Ueber die photometrischen Bewegungen der Pflanzen* (Flora, 1892, vol. 2).

Au sens absolu, on ne peut pas dire d'un organe qu'il fuit la lumière, ni d'un autre qu'il la recherche. Chaque plante ou chaque membre de plante a seulement une sensibilité spéciale qui le fait se diriger vers une certaine intensité lumineuse.

Cette intensité optima est variable avec les espèces et avec les organes; elle correspond à un éclairement très faible pour les plantes d'ombre typiques (comme le sont presque toutes les Algues, par exemple), pour les plantules étiolées, pour les racines; elle correspond à un éclairement plus fort pour certains champignons, tels que le *Phycomyces nitens*, pour la plupart des pousses de Phanérogames, pour les plantules de *Tropœolum majus*, de Cresson, pour les tiges et les feuilles en général. Au-delà, comme en-deçà de cet optimum, les plantes photactiques se déplacent, les organes des plantes phototropiques se courbent. C'est ainsi que les espèces ou les organes dits positivement héliotropiques se dirigent cependant, à un moment donné, en sens inverse du rayon lumineux, quand l'éclairement devient trop intense. Toutes les parties de la plante sont donc, en même temps, positivement et négativement héliotropiques; elles se dirigent tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, suivant les conditions extérieures; et les courbures ne sont pas dues à la direction suivant laquelle tombent les rayons lumineux, mais seulement à l'intensité de ces rayons. Dans les folioles de Robinier, qui sont très photométriques, chaque changement de position correspond à un changement de lumière La feuille ne laisse les rayons d'une intensité déterminée agir sur elle que sous un angle bien défini.

L'optimum une fois atteint, il ne se produit plus aucun mouvement, même lorsque l'éclairement est unilatéral; la plante, à ce moment, est indifférente. L'optimum est compris entre des limites plus larges chez les organismes plagiophotactiques que chez les espèces à mouvement entièrement libres. Cela est évidemment une conséquence de l'immobilité relative des premiers, qui ont plus de difficultés que les seconds pour se placer dans les conditions d'éclairement les plus favorables à leur activité.

Au nombre des facteurs qui agissent sur les mouvements des organismes mobiles, on sait qu'il faut encore compter le voisinage de certaines substances. Nous avons déjà, dans cette Revue, rendu compte des expériences de MM. Pfeffer et Stange à ce sujet.

M. Miyoshi (1), de Tokio, s'est préoccupé de rechercher si les agents chimiques qui provoquent ainsi le déplacement des bactéries, des zoospores, des myxamibes, etc., n'influent pas d'une manière analogue sur la direction des plantes qui n'ont pas de mouvements libres.

L'auteur a, dans cette intention, expérimenté sur les filaments d'un

(1) *Ueber Untersuchungen des Herrn Dr Miyoshi aus Tokio, betreffend die chemotropischen Bewegungen von Pilzfaden* (Berichte der math.-phys. Classe der Konigl. Sachs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Mars 1893).

certain nombre de champignons. Il a employé, avec succès, trois méthodes différentes.

En premier lieu, des feuilles de plantes supérieures ont été injectées avec une solution de la substance dont il s'agissait de déterminer l'action ; puis la surface de ces feuilles a été lavée avec soin et, sur la face supérieure qui porte des stomates, différents champignons ont été semés.

La seconde méthode a consisté à percer de trous très fins une pellicule de collodion, étendue à la surface d'un liquide ou de gélatine additionnés de la même substance.

Le troisième procédé n'a été qu'une variante du précédent ; la pellicule de collodion a été simplement remplacée par une fine lame de mica également perforée.

Sur cette lame, comme sur le collodion, des spores ont été mises à germer.

Dans les trois cas, les filaments mycéliens se sont dirigés, à travers les ouvertures (stomates ou trous), vers la solution ou la gélatine nutritives. Tous les champignons sur lesquels l'auteur a expérimenté (*Mucor Mucedo*, *Mucor stolonifer*, *Phycomyces nitens*, *Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*, *Saprolegnia ferax*), ont, sans exception, présenté les mêmes phénomènes ; et ces phénomènes sont tout à fait identiques à ceux qui ont déjà été observés pour les Bactéries.

Ils peuvent être produits par les substances chimiques les plus diverses, la réaction variant seulement d'intensité suivant l'espèce du champignon.

Les sels neutres d'acide phosphorique et d'ammoniaque sont des excitants particulièrement énergiques ; la peptone et l'asparagine exercent une action assez variable, mais toujours sensible.

Au contraire, les nitrates et les chlorures de potassium, de sodium et de calcium ne provoquent aucune attraction, non plus que le tartrate de potasse. Ces composés, cependant, influent fortement, comme on sait, sur les mouvements des Bactéries.

Ces derniers organismes sont indifférents à la glycérine ; il en est de même des champignons.

Le glucose produit des effets bien plus prononcés sur la direction des filaments mycéliens que sur le déplacement des Bactéries. Cependant, le *Saprolegnia ferax* est assez peu sensible à la dextrose.

La quantité d'excitant nécessaire est naturellement très variable avec la nature du composé comme avec celle du champignon. Le glucose influence déjà le Mucor à à 0,01 % alors qu'il n'exerce encore qu'une action douteuse sur le Saprolegnia, à 0,1 %.

Les champignons, de même que les bactéries, sont repoussés par l'alcool, les acides et les alcalis libres ; à l'égard de ces corps ils sont négativement chémotropiques.

Il est évident que tous ces phénomènes d'attraction chimique

jouent un rôle important dans la vie parasitaire. En fait, M. Miyoshi a constaté que les hyphes des *Botrytis Bassiana* et *tenella*, parasites du ver à soie et du hanneton, peuvent être détournés de leur direction première par certaines substances, et qu'ils traversent les membranes cellulosiques quand, au-dessous, se trouve un corps agissant comme excitant.

En terminant, l'auteur fait remarquer que des faits analogues à ceux qu'il vient de décrire chez les champignons peuvent être observés avec les tubes polliniques des Phanérogames. Par les mêmes méthodes que précédemment, il est aisé de s'assurer que ces tubes polliniques, comme les filaments mycéliens, sont positivement ou négativement chémotropiques à l'égard de différents corps Ils paraissent, par exemple, indifférents en présence des peptones et du phosphate d'ammoniaque, mais le sucre de canne les attire énergiquement.

Ce chémotropisme des tubes polliniques — sur lequel M. Miyoshi n'insiste pas, car il est en dehors du but principal de son travail — a été déjà, il y a quelques années, signalé par M. Strasburger, et M. Molisch (1); et vers le moment, précisément, où paraissait la note précédente, le second de ces deux auteurs développait, par la publication d'observations nouvelles et plus nombreuses, son mémoire antérieur.

M. Molisch précise tout d'abord les conditions dans lesquelles se fait la germination des grains de pollen placés à la surface des liquides sucrés. On sait, par les recherches de MM. Elfving et Rittinghaus, que le développement du tube pollinique dans une solution de saccharose est plus ou moins rapide, suivant le degré de concentration de la solution. Le degré optimum, qui varie entre de grandes limites avec chaque espèce de grains, a été déterminé, par M. Molisch, pour plus de soixante plantes.

L'auteur a ainsi trouvé qu'en règle générale, pour que la germination du pollen ait lieu, le sucre de canne ne doit pas, en solution, dépasser la proportion de 40 %. Mais la concentration la plus favorable est, le plus souvent, bien inférieure à cette limite. Elle est, par exemple, de 15 % pour le pollen d'*Æsculus Hippocastanum*, ou de *Cytisus Laburnum*; de 10 à 20 % pour celui de *Linaria vulgaris* ou de *Medicago sativa*; de 30 à 35 % chez le *Rumex Acetosella*; de 25 à 40 % chez le *Robinia Pseudacacia*, et de 3 à 5 % seulement chez le *Deutzia scabra*. Il descend même à 1 % chez le *Reseda lutea* et le *Ricinus communis*. Le pollen de Colchique, d'autre part, se développe encore dans une solution de saccharose à 50 %.

(1) Molisch : *Ueber die Ursachen der Wachsthumsrichtungen bei Pollenschlaüchen* (Sitzungs-Anzeiger der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien 1889. — *Zur Physiologie des Pollens, mit besonderer Rücksicht auf die chemotropischen Bewegungen der Pollenschlauche* (Id., juillet 1893).

Beaucoup de grains de pollen germent dans l'air saturé : par exemple, ceux de *Colutea arborescens*, de *Vicia Cracca*, de *Datura Stramonium*. Il en est d'autres, par contre, avec lesquels on ne parvient jamais à provoquer l'allongement du tube pollinique, ni dans les liquides sucrés les plus concentrés, ni dans l'eau, ni dans la glycérine. Dans cette catégorie rentrent les grains de pollen de la plupart des Composées, Ombellifères, Urticacées, Malvacées, Ericacées.

Comme, cependant, tous ces grains germent avec la plus grande facilité sur les stigmates des plantes auxquelles ils appartiennent, on est bien amené à admettre que la germination a lieu grâce aux substances spécifiques sécrétées par les stigmates. Et, en effet, le pollen des Azalées et des Rhododendrons, qui ne germait pas dans les solutions citées plus haut, se développe dès qu'on le porte dans une solution étendue d'acide malique ou de malate de chaux.

Il est ainsi bien mis en évidence que l'allongement des tubes polliniques est soumis à une influence chimique.

L'air est souvent aussi un facteur important. Si l'on recouvre d'une lamelle une goutte d'une solution sucrée renfermant des grains de pollen, on constate, par l'examen microscopique, que les grains placés près du bord de la lamelle sont en général les seuls qui se développent ; et les tubes ne s'allongent pas dans une direction quelconque, ils tendent tous à s'éloigner des bords de la lamelle (fig. 29). La conclusion la plus vraisemblable de ces deux faits est évidemment que le grain de pollen a besoin, pour germer, de l'oxygène de l'air, mais que le tube pollinique est doué d'un aérotropisme négatif.

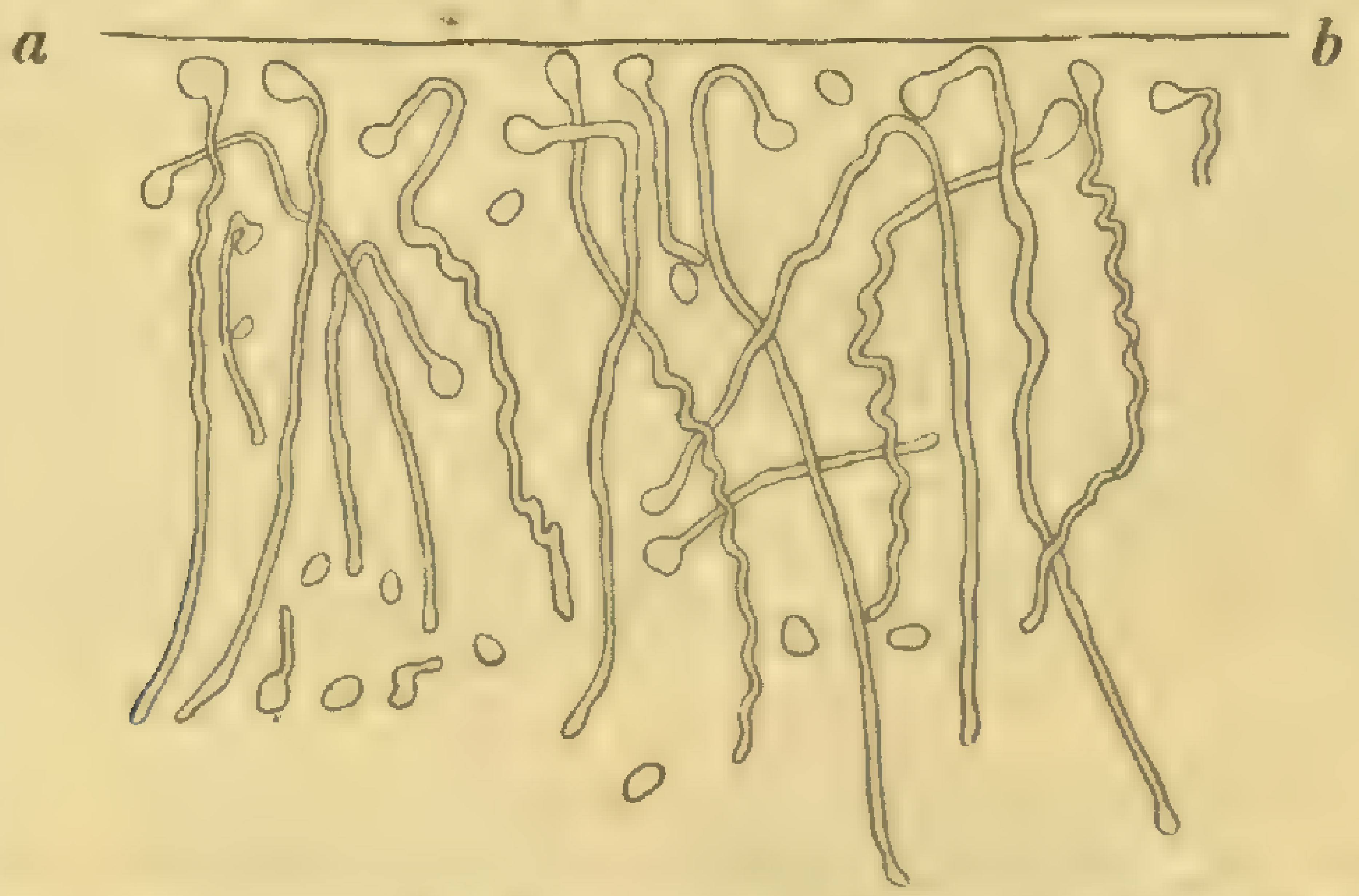


Fig. 29. — Aérotropisme négatif des tubes polliniques de *Narcissus Tazetta*, observés dans une goutte d'une solution sucrée (à 7 %) placée sur une lame de verre et recouverte d'une lamelle. Ces tubes, en se développant, s'éloignent du bord *a b* de la lamelle, fuyant ainsi l'air atmosphérique Les grains placés plus profondément, se trouvant soustraits à toute influence de l'oxygène, s'allongent au contraire indifféremment dans une direction quelconque.

Il convient de dire que la règle n'est pas absolue et comporte quelques exceptions. Le pollen d'*Orobus vernus*, par exemple, se développe indifféremment dans toutes les directions, et ne présente aucun aérotropisme. Il en est de même pour beaucoup de Légumineuses, pour le

Philadelphus coronarius, le *Primula acaulis, Viola hirta*, le *Reseda odorata*.

Par une coïncidence qui mérite d'être notée, les grains de pollen qui ne sont pas aérotropiques paraissent en même temps être dépourvus de chémotropisme ; en d'autres termes, les tubes polliniques qui, en se développant, ne fuient pas le contact de l'air, ne semblent pas davantage attirés par les substances que produit le stigmate.

Mais peut-être y a-t-il lieu, à ce propos, de formuler quelques réserves. Ainsi que le fait remarquer l'auteur, les conditions de ses expériences nécessitent l'emploi de stigmates coupés ; or il est possible que l'excitant sécrété disparaisse immédiatement après la mort du stigmate, ou encore qu'il soit en proportion si faible que la moindre dilution affaiblisse et même supprime son action.

S'il était prouvé que là est réellement la cause de cette particularité, le chémotropisme du pollen devrait être dès lors considéré comme un phénomène très général, commun à toutes les phanérogames.

Les données nouvelles que nous apporte le travail de M. Molisch, comme d'ailleurs la plupart de celles que nous venons de résumer dans les pages précédentes, ont surtout pour résultat général, et particulièrement intéressant, d'établir, de façon de plus en plus précise, l'influence intime et constante qu'exercent, sur la vie et le mode de développement du végétal, les différents agents dont la réunion constitue le milieu extérieur. La lumière, la pesanteur, l'état hygrométrique de l'air, la composition même de cet air, ainsi que toutes les substances chimiques qui peuvent se trouver à proximité de l'organisme, concourent à provoquer dans la plante entière — s'il s'agit d'une espèce inférieure unicellulaire — ou dans chaque organe — s'il s'agit d'une espèce supérieure — des changements de position, de direction ou de croissance, qui, en premier lieu, donnent à l'être sa forme et son port déterminés, et en second lieu, assurent la conservation de l'individu ou de l'espèce.

A l'ensemble de toutes ces propriétés, géotropisme, phototropisme, chémotropisme, etc., grâce auxquelles la plante manifeste sa sensibilité à l'égard du milieu, et s'adapte aux conditions dans lesquelles elle est destinée à vivre, M. Pfeffer (1) donne le nom général d'*irritabilité*.

« Ainsi entendue, l'irritablité, dit M. Pfeffer, n'est point une faculté » exceptionnelle, un privilège qu'auraient certains végétaux. Chaque » plante, la plus simple comme la plus différenciée, celle qui se déplace » spontanément comme celle qui adhère au sol, est susceptible des » réactions les plus variées, dont la plupart échappent à une observa-

(1) Pfeffer : *Die Reizbarkeit der Pflanzen* (Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte, 1893. — Traduction française dans les Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève ; et dans la Revue scientifique, 1893.

» tion superficielle. C'est la variation de ces modes d'excitabilité qui » fournit à la plante le moyen le plus général de s'adapter aux condi- » tions du milieu, ou de réagir contre des influences fâcheuses.... Le » développement et toute l'activité du végétal sont régis par les effets » dus à l'irritabilité....

» Par exemple, l'action de la pesanteur, le géotropisme, est de la » plus haute importance pour assurer à la plante une orientation con- » venable. C'est en vertu du géotropisme que, la plantule étant placée » horizontalement, la tige se redresse vers le zénith, tandis que la » racine se recourbe en sens inverse, jusqu'à ce que les deux organes » aient atteint la position verticale Ainsi s'établit l'état d'équilibre dans » lequel les organes se maintiennent en se développant, car l'action » géotropique ne se manifeste que pour produire cet équilibre, et le réta- » blir lorsqu'il est momentanément troublé. Les organes d'une plante se » trouvent donc dans un état d'équilibre ; et chez nous, comme aux anti- » podes, l'orientation bien connue de la tige n'est que l'effet de l'irritation » géotropique. Le fait que la flexion a lieu en sens inverse est un des » nombreux exemples qui nous démontrent comment les divers membres » d'une plante peuvent réagir de façons différentes, et même opposées, » à la même excitation. Parmi les mouvements variés de la racine dus » à l'irritabilité, on peut encore indiquer ceux qui sont causés par » l'hydrotropisme. S'il y a conflit entre celui-ci et le géotropisme, la » racine prend une direction qui est la résultante des deux influences. » C'est ainsi que la racine croissant sur un rocher en saillie, au lieu de » s'élancer dans l'air libre, se trouve déviée par l'action hydrotropique » et s'enfonce obliquement dans la terre.

» Un fait vraiment remarquable encore, c'est l'impressionnabilité, » grâce à laquelle les tiges volubiles des pois, des courges, des liserons » s'enroulent autour de leur tuteur. Pour déterminer cet enroulement, » il suffit de la résistance d'un fil de soie, dont le poids n'excède pas » la cinq millième partie d'un milligramme, alors que les efforts du » vent et de l'eau s'exercent en vain sur ces mêmes tiges, et que le » choc d'un filet de mercure, capable de les écraser, demeure sans » action directrice sur elles. Ces tiges font donc une distinction entre » l'état solide et l'état liquide de la matière, et c'est là sans contredit » une propriété des plus utiles à la plante. Car la tige ne réagit point » à l'ouragan ni à la trombe qui ne sauraient exercer d'influence » favorable, tandis qu'elle s'enroule autour du tuteur qui lui sert » d'appui.

» En dehors des agents précités (auxquels il faut encore ajouter la » lumière, et, comme cas plus particulier, concernant la Sensitive, le » toucher) des causes chimiques, thermiques et électriques peuvent » donner lieu à des réactions de même ordre, avec cette différence, » cependant, que celles-ci, et d'autres encore, ne se manifestent souvent » qu'après un intervalle de temps plus ou moins long. A la vérité, on

» peut affirmer que toute influence extérieure, tout changement dans » les conditions environnantes est suivi d'une réaction, visible ou non. » Au nombre des effets qui échappent à l'observation, citons l'épais- » sissement des parois des cellules, à la suite d'une tension. Grâce à » cette propriété, la tige de la courge, par exemple, se fortifie à mesure » que le fruit devient plus lourd.. .

» Un spectacle des plus frappants nous est offert aussi par cer- » taines Bactéries, lorsqu'on leur présente des fragments de viande ou » de l'extrait de viande. Aussitôt elles cessent d'errer, sans but appa- » rent, pour se ruer sur l'appat, en se heurtant les unes contre les » autres, ou pour se glisser dans les tubes capillaires amorcés à leur » intention. Donnez à l'appât un degré de concentration nuisible, » ajoutez de l'alcool ou de l'acide, et vous voyez immédiatement les » Bactéries rebondir à l'orifice des tubes, fuyant le corps qui leur » serait fatal....

» La sensibilité de ces êtres est infiniment délicate. Il suffit de la » *trillionième* partie d'un milligramme d'excitant pour que l'attraction » se produise. Voilà des microorganismes, bactéries ou antérozoïdes, » qui peuvent démêler, dans un milieu, la présence de substances qui » s'y trouvent en quantités tellement minimes qu'elles échappent à » toutes les analyses chimiques....

» La diversité des formes que présentent les réactions selon les » espèces ne comporte aucune distinction dans la nature de l'exci- » tabilité, qui est, du reste, également variée dans les plantes fixes et » mobiles. Si, en effet, on entrave le mouvement d'une Algue mobile, » l'organisme retenu malgré lui ne peut plus répondre aux influences » directes qu'en se tournant sur place. »

Lorsqu'on réfléchit à tous ces faits, remarque M. Pfeffer, on est entraîné à reconnaître que l'irritabilité et la sensibilité sont des propriétés de tous les végétaux, et que, au point de vue de l'excitabilité, il n'eut certainement jamais été établi de distinction entre les plantes et les animaux « s'il eut été donné aux hommes, dès leur enfance, de » contempler la nature sous un grossissement de plus de mille. Ils » auraient vu la grande armée des végétaux mobiles et des orga- » nismes inférieurs se démener follement; et ils auraient comparé la » vitesse avec laquelle la Bactérie est entraînée vers son aliment à la » course de la bête fauve fondant sur sa proie. Doués d'une vue puis- » sante, ils eussent pu suivre, sans l'aide de microscope, le mouve- » ment de nutation des tiges et des racines en voie de croissance, et » constater ainsi la marche rapide des réactions, chez les plantes » supérieures... On peut même affirmer que l'humanité se serait » pénétrée de cette vérité si, au lieu de plantes rigides en apparence, » nos forêts et nos prairies étaient peuplées de végétaux, tels que » la sensitive, réagissant au plus léger attouchement ou à d'autres influences. »

Si maintenant, ajoute l'auteur, l'on fait abstraction de toutes les particularités spécifiques que peuvent présenter, dans leur accomplissement ou dans leurs effets, les diverses réactions dues à l'irritabilité, on acquiert la certitude que toutes ces réactions ont pour caractère commun la production d'une détente. « Lorsqu'elles s'effectuent dans » l'organisme vivant, nous parlons de phénomènes d'irritabilité pour » indiquer du même coup le siège de ces détentes. La condition néces- » saire d'activité, pour les organismes comme pour les machines, c'est » la présence simultanée d'un dispositif et d'une forme d'énergie appro- » priés. L'irritation n'est jamais que l'impulsion génératrice des réac- » tions ; celles-ci découlent des propriétés et de l'agencement spécifique » de l'organisme. »

Quant à l'influence motrice, elle ne provient pas nécessairement de l'extérieur ; elle est due aussi souvent à des causes internes. Les mouvements périodiques des feuilles de trèfle, par exemple, supposent la transmission de détentes intenses, realisées au moyen d'un dispositif automatique de l'organisme.

« De plus, entre l'impulsion motrice et l'effet produit, entre l'exci- » tation et la réaction qui, tombant seule sous nos sens, nous révèle » seule l'irritabilité, se place toute une série d'actions subordinaires.

» Tous ces processus, causes internes de la réaction finale, chaînes » des réactions intermédiaires, sont encore en grande partie ignorés et » restent à déterminer. La tâche est d'autant plus ardue qu'une plante » ou même un seul organe est toujours sensible à plus d'une influence » irritante et que les divers phénomènes bien souvent s'entremêlent. »

On ne se trouve qu'exceptionnellement en présence d'un seul phénomène. Ce sont plutôt des chaînes compliquées d'excitations diverses qui entrent en jeu ; et les processus ainsi développés sont à leur tour le point de départ de réactions et de détentes diverses, qui s'entrecroisent et se combinent avec les influences provenant d'autres centres d'activité.

Ajoutons enfin que si, presque toujours, dans les végétaux, l'effet principal est limité à la zone de perception, il n'en est pas moins vrai que l'irritation doit se propager, plus ou moins, de proche en proche, souvent jusqu'à une grande distance. « Il s'agit rarement d'une trans- » mission aussi simple et aussi frappante que chez la Sensitive où une » foliole, en se courbant, provoque le même mouvement de la part de » ses voisines. C'est plutôt, dans la majorité des cas, une irradiation de » processus, provoquant, soit au voisinage du point directement impres- » sionné, soit à distance, des réactions qui ne se manifestent qu'en » partie au dehors. »

Aussi une explication complète de ces faits compliqués ne pourra-t-elle être encore donnée, de longtemps. « Toutefois, dit M. Pfeffer, le » nombre des cas où l'étude critique a déjà réussi à dissiper les ténè- » bres est une garantie sûre qu'une lumière toujours croissante sera la » récompense des efforts de la science... Et, quoi qu'il en soit, dès » maintenant il nous est permis, en nous plaçant à un point de vue

» admissible, bien que métaphysique, de faire intervenir la notion de » sensibilité à propos des plantes, au même titre qu'en parlant des » animaux inférieurs. »

Nous ne nions pas que, dans l'exposé théorique dont nous venons de reproduire les principaux passages, il y ait peut-être lieu, çà et là, d'apporter quelques restrictions aux vues parfois un peu trop larges, aux inductions quelquefois trop rapides de M. Pfeffer. Emporté par son sujet, l'auteur se laisse, de temps à autre, entraîner à des conceptions discutables, à des rapprochements quelque peu forcés, et on ne peut toujours accepter sans réserves toutes les hypothèses qu'il nous développe.

Tel qu'il est cependant, même avec ses exagérations, l'article de M. Pfeffer nous a paru mériter une analyse détaillée: d'abord, parce qu'il est le développement raisonné, et, en quelque sorte, la conclusion synthétique d'un certain nombre des travaux résumés plus haut; en second lieu, parce qu'il démontre, au point de vue philosophique, l'intérêt général de ces recherches, intérêt qui échappe lorsqu'on n'examine les faits qu'en eux-mêmes, lorsqu'on les considère de trop près, sans le recul nécessaire.

Nous aurions voulu disposer de la place suffisante pour rendre compte, avec le même développement, de cet autre mémoire sur l'énergétique que nous avons seulement signalé.

Nous aurions fait mieux encore apprécier la distance considérable qu'il y a entre des botanistes, à la fois expérimentateurs et penseurs, comme M. Pfeffer, et tous ces faiseurs de coupes, tous ces dissecteurs de noyau, tous ces chercheurs de minuties qui, après nous avoir décrit un détail infime sur la structure ou la disposition d'un tissu ou d'une cellule, pensent être arrivés au bout de leur tâche et avoir fait œuvre de savant, alors que, dépourvus d'idées, ils ne sont que des praticiens plus ou moins habiles.

Dès le moment où la science quitte le domaine de la pratique, il nous semble que, pour avoir quelque raison d'être, elle doit nécessairement tendre à un but philosophique. Si, en dehors des applications qui en découlent, les résultats qu'elle nous fournit ne viennent point nous inciter à penser, et n'éclaircissent point un des problèmes touchant à la vie et aux conditions dans lesquelles cette vie apparaît, se maintient et se perpétue, en quoi ces résultats nous importent-ils? Or, tout esprit non prévenu ne fera aucune difficulté pour reconnaître que beaucoup des recherches d'anatomie pure ou d'histologie actuellement poursuivies ne répondent ni à l'un ni à l'autre de ces deux objectifs : elles n'ont point d'utilité pratique, et elles ne sont pas davantage dominées par une idée générale intéressant tous ceux pour qui les choses de la nature, l'étude des phénomènes et de leurs causes ont quelque attrait; elles s'adressent à deux ou trois spécialistes, au plus.

Il faudrait enfin comprendre que tout ce qui, en anatomie pure, a quelque portée, est aujourd'hui à peu près connu, et que, de ce côté, les questions qui méritent encore examen sont fort restreintes.

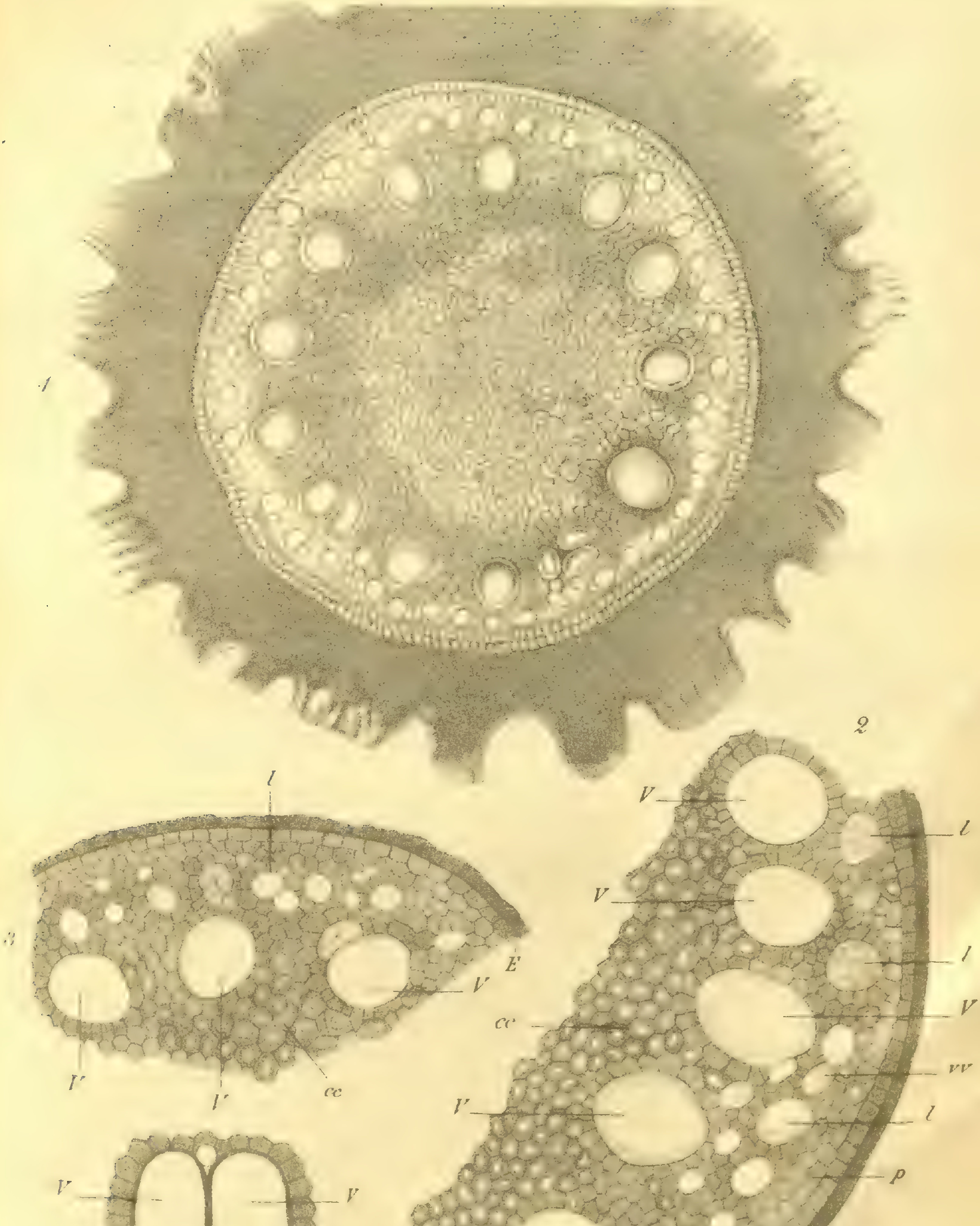
Au lieu de nous attarder dans des discussions stériles sur la structure spéciale de quelques plantes plus ou moins connues, plus ou moins répandues, et sur les petites anomalies qu'elles peuvent présenter, tournons bien plutôt notre attention vers des faits d'un intérêt plus haut ; et ne craignons pas, à l'exemple de M. Pfeffer, d'en tirer les considérations philosophiques qu'ils nous suggèrent. C'est peut-être le seul moyen de redonner à l'étude de la botanique un peu du prestige qui lui manque, et qu'elle a perdu justement par l'abus des recherches oiseuses. Que si ces considérations philosophiques nous entraînent aussi à quelques exagérations et nous font encourir le reproche que nous adressions tout à l'heure à M. Pfeffer, il n'importe. Les discussions qu'elles provoqueront seront souvent le point de départ d'études nouvelles.

Sans doute, tous les problèmes de cet ordre ne seront pas résolus aussi vite qu'est constatée une particularité anatomique; les mémoires seront moins nombreux. Mais qui donc osera se plaindre qu'au lieu d'appoints insignifiants, apportés chaque jour à des futilités, le travail de plusieurs années aboutisse à une conclusion unique, établissant un fait réellement intéressant et nouveau.

Quant aux auteurs qui seraient en quête d'un de ces sujets, nous ne pouvons que les renvoyer aux derniers mémoires de M. Pfeffer. Ils trouveront là un ample choix et ils verront, s'ils ne s'en doutent déjà, combien, à tous points de vue, il reste à faire dans l'étude des principaux processus vitaux, combien de lacunes sont encore à combler dans le domaine si vaste de ce qui constitue vraiment la biologie.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.



D. Hennoq sc.

Rhizocaulon : Anatomie de la racine

de Capona del. B. Hennocq sc.

Rhizocaulon : Lambeaux de feuilles et racines latérales

Impies LEMERCIER Paris

Rhizocaulon : Lambeaux de tiges et racines latérales.

Impies LEMERCIER. Paris

Rhizocaulon. Faisceau caulinaire, lambeaux de tiges et racines latérales.

Impr. Lemercier, Paris

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la *Revue générale de Botanique :*

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : L'*Abies numidica.* — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores. Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon); sur les Champignons (Costantin) relatifs aux méthodes de technique (Dufour); sur les Lichens (Hue); sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILIAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genr *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europœum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Réviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) : des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Juillet 1894

N° 67

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1894

I. — RECHERCHES SUR LE VERT DE GRIS, LE PLATRE ET LE CHANCI, MALADIES DU BLANC DE CHAMPIGNON (avec planche), par **MM. J. Costantin et L. Matruchot** 289

II. — ÉTUDE MONOGRAPHIQUE SUR LES *RHIZOCAULON* (avec planches), par **M. le Marquis de Saporta** (*suite*) 301

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 310

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 13. — *Le Vert de gris* (Myceliophthora lutea) *et le Plâtre* (Monilia fimicola).

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES

SUR LE VERT DE GRIS, LE PLATRE ET LE CHANCI,

MALADIES DU BLANC DE CHAMPIGNON,

par MM. J. **COSTANTIN** et L. **MATRUCHOT**.

Dans une communication faite à l'Académie des Sciences en mars 1892 (1), l'un de nous a décrit un certain nombre de maladies du blanc de champignon, parmi lesquelles se trouvaient le *Vert de gris*, le *Plâtre* et le *Chanci*. Le parasite occasionnant cette dernière maladie n'avait pas encore, à cette époque, été rencontré à l'état de fructification ; depuis lors, la forme reproductrice a été observée et l'on sait aujourd'hui que le blanc du Chanci peut appartenir à deux Agaricinées : le *Clitocybe candicans* (2) et le *Pleurotus mutilus* (3).

Dans le présent travail, nous nous sommes occupés, en premier lieu, de bien préciser les caractères du Vert de gris et du Plâtre, après les avoir étudiés en cultures pures. En outre, nous arrivons, grâce à une expérience très concluante, à déterminer avec certitude l'origine de ces maladies. Enfin, nous avons cherché à nous rendre compte expérimentalement de l'importance économique du Vert de gris et du Chanci..

I. — ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DES PARASITES.

A. — Vert de gris (*Myceliophthora lutea* Cost).

Aspect extérieur. Lorsqu'un champignonniste lève un blanc atteint de Vert de gris, il peut observer sans difficulté, parmi les

(1) Costantin : Sur quelques maladies du Blanc (C. R. de l'Ac. des Sc., 1892).

(2) Costantin : Le *Chanci*, maladie du Blanc de Champignon (Bull. de la Soc. mycol., 1892).

(3) Costantin : Les *Oreilles de Chat* des champignonnistes (Bull. de la Soc. mycol., 1893).

cordons mycéliens du *Psalliota*, la cause de la maladie : ce sont de nombreux petits glomérules d'un jaune vif, en général isolés. Ces glomérules sont toujours d'un jaune *franc*, parfois légèrement citrin, mais *jamais vert de grisé* : la dénomination vulgaire de la maladie est donc en somme assez peu justifiée.

A un examen attentif, les glomérules de Vert de gris ne présentent pas de contours nettement définis; ce sont plutôt de petits amas floconneux, irréguliers, s'irradiant souvent dans plusieurs directions; leur taille atteint à peine un millimètre de diamètre.

Lorsque le parasite est jeune, bien que déjà aggloméré en petites masses floconneuses, il n'a pas encore sa teinte définitive, il est blanc ; dans certaines conditions, il peut même ne jaunir que très tardivement. Aussi arrive-t-il souvent que certains champignonnistes, ouvrant une meule de fumier et la trouvant remplie de cette moisissure à l'état jeune, la croient atteinte d'une maladie spéciale, désignée par eux sous le nom de *maladie du blanc*, qu'ils regardent comme distincte du Vert de gris et beaucoup plus redoutable que lui. L'emploi d'un microscope, ou plus simplement l'examen suivi et attentif du fumier suspect, les empêcherait cependant bien facilement de voir deux affections là où il n'y a qu'un parasite ; il suffirait d'abandonner le fumier pendant quelques jours dans une assiette pour voir la moisissure blanche devenir jaune. Nous devons ajouter d'ailleurs que l'erreur que nous signalons n'est pas partagée par tous les praticiens ; les plus habiles d'entre eux ont reconnu l'exactitude de nos observations.

Étude microscopique.—Au microscope, le *Myceliophthora* présente toujours à peu près les mêmes caractères, soit qu'il provienne du fumier des meules, soit qu'on le retire d'une culture sur milieu artificiel stérilisé.

Sur un mycelium incolore, rameux et grêle (diam. 1 à 2 μ) sont fixés latéralement, de place en place, de courts pédicelles portant des spores. Jeune, chaque pédicelle est simple et porte un chapelet de 2 (parfois 3 ou 4) spores (fig. 1 et 2); plus tard il se ramifie, et les quelques branches qu'il fournit forment avec lui un bouquet sporifère, en général assez pauvre en spores (fig. 3). Dans certains cas, c'est la première spore elle-même du chapelet qui donne naissance aux branches latérales; la disposition ainsi obtenue, qui

n'est pas rare (fig. 4 et 5), semble même constituer un caractère assez précis du champignon qui nous occupe.

A un âge plus avancé de la culture, on voit se former un nouvel organe reproducteur, la *chlamydospore*. En certains points le filament mycélien se renfle; le renflement devient sphérique et s'isole par deux cloisons; la paroi s'épaissit et se cutinise en devenant jaune ochracé (fig. 8). Ces formations, d'abord éparses çà et là, deviennent de plus en plus nombreuses quand la culture vieillit et s'altère; souvent même toute une grande longueur du filament est transformée en un chapelet de chlamydospores, et aux points de la culture où le mycelium est abondant et enchevêtré, on peut avoir de véritables massifs de ces organes reproducteurs (1) (fig. 7).

Nous avons remarqué que dans les cultures artificielles sur fumier stérilisé, les chlamydospores se forment de préférence sur les filaments qui sont au contact des parcelles de fumier; souvent même on les trouve logées en grand nombre dans les anfractuosités des brins de paille ou des parcelles de bois qui forment le squelette du fumier.

Nous voyons par là que les chlamydospores se trouvent doublement protégées contre les atteintes venant du dehors, d'abord par leur membrane épaissie et cutinisée, ensuite par leur situation abritée dans le fumier où elles vivent. Ce sont donc les véritables organes de conservation du Vert de gris, tandis que les conidies en bouquet, facilement caduques et légères, en sont les organes de dissémination.

Nous voyons aussi combien pourra être difficile à un moment donné la recherche *à l'œil nu* de la maladie, si celle-ci n'existe qu'en germe et sous forme de chlamydospores enfouies dans les anfractuosités des parcelles de fumier. L'œil du praticien le plus expérimenté pourra s'y tromper, et la maladie se développera, en apparence spontanée, en réalité apportée avec le blanc lui-même ou avec le fumier.

Parasitisme sur les filaments du blanc. — Le Vert de gris, qui

(1) Dans certains cas, les chlamydospores se forment latéralement comme s'il s'agissait d'un pédicelle sporifère s'arrêtant dans son développement et s'enkystant (fig. 6). Parfois même, on voit le filament continuer à croître au delà de la chlamydospore et donner une ébauche de fructification conidienne (fig. 8, à droite).

peut vivre en saprophyte sur une foule de milieux, nous a paru être cependant un parasite, au sens propre, du blanc de champignon.

En effet, en semant dans une même culture le blanc du *Psalliota* et le *Myceliophthora*, nous avons constaté : 1° que le Vert de gris se développe plus abondamment et plus rapidement que s'il est seul; 2° que ses filaments rampent à la surface des cordons du blanc et y forment un réseau intriqué et touffu ; 3° que le blanc paraît souffrir de ce voisinage et se développe moins bien.

B. — Plâtre (*Monilia fimicola* Cost. et Matr.)

Aspect extérieur. Cette maladie tire son nom de l'aspect de croûte pulvérulente que présente la moisissure qui la produit. Ces croûtes peuvent s'observer soit à la surface du fumier ou de la terre qui le recouvre, soit à l'intérieur de la meule, autour de brins de paille qu'elle englobe comme une sorte de manchon assez peu régulier. Cette moisissure est blanche, parfois légèrement rosée, et devient grisâtre en vieillissant.

Étude microscopique. Le *Monilia fimicola* ne nous a montré qu'une seule sorte d'organes reproducteurs, des conidies. Par la disposition de celles-ci en longs chapelets terminaux isolés, il se rattache au genre *Monilia*, encore si mal défini.

Le mycelium est incolore, cloisonné, peu ramifié, de calibre assez variable (2 à 5 μ). Lorsqu'on suit le développement en cultures pures, on voit les filaments sporifères naître par groupes de 4 ou 5 au début, groupes séparés l'un de l'autre par de longues portions de mycelium infertile (fig. 11).

Chaque filament sporifère se développe de la façon suivante. Il est d'abord simple et déjà fructifère à son extrémité. Il se ramifie bientôt irrégulièrement, chaque branche portant elle-même un chapelet régulier de nombreuses spores (fig. 9, 10, 12). Les filaments fructifères, dont la taille est assez considérable (variant de 50 μ à 100 μ), sont cylindriques à la base et de même calibre que le mycelium ; à leur extrémité ils s'amincissent progressivement. La dernière cellule du filament, celle qui donne les spores, présente une longueur très constante (25 μ environ) ; pendant le montage des préparations, ce dernier article se sépare fréquemment du support général, entraînant avec lui le chapelet des spores comme une sorte de

lanière terminant un fouet (fig. 13) : c'est même là, nous semble-t-il, un caractère précis de ce champignon (1).

II. — Origine du Vert-de-gris et du Platre

La nouvelle méthode de culture du Champignon de couche, méthode dont le principe est de prendre la spore comme point de départ (1), nous a permis — ce que nous n'avions pu faire jusqu'ici avec certitude — de déterminer quel rôle joue le fumier dans l'extension de certaines maladies du Champignon.

Dans des meules où nous n'avions semé que du *blanc pur*, préparé comme il a été dit, nous avons vu apparaître deux de ces maladies, le *vert-de-gris* et le *plâtre*. C'est donc — et là est le point important que nous voulons souligner — c'est donc *du fumier lui-même* que ces deux affections tirent leur origine première. On comprend dès lors quel est le mécanisme de leur propagation : si, de la meule précédente, nous voulons extraire du blanc pour féconder des meules nouvelles, il y a toutes probabilités pour que nous introduisions, du même coup, les deux maladies qui viennent d'être mentionnées.

Il est donc à souhaiter qu'on renonce à cette façon de faire, aujourd'hui universellement suivie par les champignonnistes, et qu'autant que possible, on n'emploie à chaque culture que du blanc neuf ou vierge. Lui seul est capable de lutter avec avantage contre les moisissures du fumier.

Enfin il est un autre moyen, complémentaire du précédent, pour se garer du vert-de-gris : c'est de faire en sorte d'avoir un fumier sain, dépourvu de *Myceliophthora*. Or, nous avons fait une remarque qui jette quelque lumière sur ce point particulier. Jamais aucun mycologue n'a signalé la présence de ce champignon dans les fumiers venant directement des étables. Il paraît donc vraisemblable que la maladie dont il est la cause se développe surtout par contagion. Les champignonnistes préparent et manipulent les fumiers toujours au même endroit ; si le fumier destiné à une

(1) *Faux-plâtre*. Les maraîchers désignent sous le nom de *plâtre* une moisissure autre que celle-ci. C'est un *Verticilliopsis* dont la constitution est totalement différente.

(1) Costantin et Matruchot : *Sur un nouveau procédé de culture du Champignon de couche* (Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences, 3 juillet 1893).

première culture est envahi par le vert de gris, il doit laisser, quand on l'enlève pour le descendre dans la carrière, des spores de *Myceliophthora* sur le sol, et ces spores contaminent tout naturellement le fumier suivant, entassé et travaillé à la même place. Il y a donc lieu de penser qu'en nettoyant et désinfectant l'endroit où l'on dépose le fumier, ainsi que les outils de travail, on arrivera à réduire, peut-être même à supprimer cette cause importante de contagion.

III. — Importance économique des maladies du blanc.

On ne possède actuellement que des renseignements très incomplets sur l'importance des maladies du blanc de champignon. Les champignonnistes ont évidemment, en maintes occasions, appris à leurs dépens à redouter les ennemis qui travaillent sourdement leurs meules ; mais bien souvent, quand les dégâts ne sont pas très apparents, les cultivateurs, par négligence, ne cherchent pas à savoir pourquoi leur récolte a été amoindrie.

Il nous a paru intéressant et utile d'entreprendre quelques essais en vue de rechercher dans quelles proportions l'introduction d'une certaine quantité de blanc malade dans une meule peut en modifier le rendement.

Pour aborder cette étude, il fallait se procurer des blancs atteints de maladies diverses. Nous avons obtenu très aisément du vert-de-gris, moins facilement du chanci ; personne n'a pu, au moment où nous faisions ces essais, nous procurer du plâtre (1). Les facilités ou les difficultés que nous avons rencontrées pour avoir ces parasites nous ont d'ailleurs renseignés sur l'extension de ces maladies.

A. **Extension des maladies.** — Le *Vert de gris* est de beaucoup l'affection la plus commune et la plus importante; nous avons constaté sa présence dans les carrières les plus diverses (Méry-sur-

(1) Nous avons cherché aussi à avoir du *blanc goutteux* ; un maraicher nous a donné comme tel un blanc qui n'a produit aucun champignon. D'après certains praticiens, on voit fréquemment avec un tel blanc apparaître des champignons ayant la goutte (voir Cost. Soc. biologie, 1892) qui sont invendables. Cette affection n'est pas connue de tous les champignonnistes ; en certains points des environs de Paris on ne la connaît que depuis une dizaine d'années, en d'autres depuis six ans seulement.

Oise, Auvers, Carrière-sous-Bois, Montrouge, Ivry, etc.); à plusieurs reprises, comme nous l'avons déjà dit plus haut, nous avons remarqué nous-même sa présence dans nos meules (Montrouge, Ivry, jardin du laboratoire de botanique de l'École Normale). C'est donc une maladie très répandue,qui existe pour ainsi dire partout. C'est par conséquent pour elle surtout que nos essais offrent de l'intérêt.

Le *Chanci* paraît bien moins commun. Tous les praticiens le connaissent cependant, mais tous ne peuvent pas le procurer. Il se développe aussi bien chez les maraîchers (Grenelle) que dans les carrières (Auvers-sur-Oise, Montrouge, etc). D'après les renseignements qui nous ont été fournis, les parasites qui produisent cette affection (*Clitocybe candicans, Pleurotus mutilus*) se développent plus volontiers dans les meules qui souffrent du froid : dans les hautes et spacieuses caves du département de Seine-et-Oise, ils sont plus communs que dans les étroits et longs boyaux où l'on cultive le champignon dans la banlieue de Paris. Et dans ce dernier cas, c'est précisément au voisinage des prises d'air qu'on observe le plus fréquemment cette maladie. Ce qui rend cette affection si insidieuse, c'est qu'elle ne se traduit à l'extérieur, le plus souvent, par aucun symptôme appréciable. Très rarement en effet les fructifications de *Clitocybe* ou de *Pleurotus* s'observent à la surface de la couche. Pour diagnostiquer la maladie, il faut démonter la meule et constater l'odeur du Chanci : un fumier envahi par le Chanci a une odeur âcre, pénétrante, tandis que le blanc normal de *Psalliota* a un parfum délicat et agréable.

B. **Essais.** — Ce sont exclusivement les deux maladies précédentes que nous avons étudiées au point de vue de leur influence sur le rendement. Voici comment nous opérions. Un blanc de champignon, aussi sain que possible, et reconnu tel par un praticien expérimenté, était lardé dans une meule, et nous déterminions son rendement en pesant toutes les récoltes successives. En même temps, nous introduisions dans d'autres couches, faites avec le même fumier, soit moitié de blanc sain plus moitié de blanc malade, soit uniquement du blanc malade, et nous déterminions comme précédemment la récolte totale. Nous avons, en outre, essayé

de varier les conditions expérimentales en opérant dans une carrière souterraine d'abord, puis dans un hangar à l'air libre.

(*a*) *Premier essai en carrière.*

Le *blanc sain* a été lardé dans une meule de 8 mètres de long. Voici le détail de cet essai :

Lardage, 24 mars ; gobtage, 5 mai. Les récoltes successives ont été : 1er juin, 800 gr. ; 3 juin, 1600 gr. ; 5 juin, 1100 gr. ; 7 juin, 450 gr. ; 9 juin, 480 gr. ; 12 juin, 400 gr. ; 14 juin, 800 gr. ; 16 juin, 1200 gr. ; 19 juin, 1050 gr. ; 25 juin, 2400 gr. ; 28 juin, 1000 gr. ; 1er juillet, 500 gr. ; 10 juillet, 600 gr. *Récolte totale* : 12 kgs 380. La *production d'un mètre de meule* a donc été 1 kg540.

Avec les deux blancs malades, nous avons opéré de la façon suivante : nous avons mis dans nos meules la moitié des mises de blanc sain et la moitié des mises de blanc malade, en alternant les mises saines et les autres. Voici le détail de ces deux nouveaux essais :

Moitié de blanc sain + moitié de blanc vert-de-grisé :

Lardage, 24 mars ; gobtage, 5 mai. Longueur de meule, 2m. Les récoltes successives ont été : 3 juin, 100 gr. ; 5 juin, 60 gr. ; 9 juin, 50 gr. ; 12 juin, 100 gr. ; 14 juin, 150 gr. ; 16 juin, 60 gr. : 19 juin, 50 gr. ; 25 juin, 260 gr. ; 28 juin, 50 gr. ; 1er juillet, 70 gr. *Récolte totale* : 950 gr. La *production d'un mètre* a donc été 475 gr.

Moitié de blanc sain + Moitié de blanc chanci :

Lardage, 24 mars ; gobtage, 5 mai. Longueur de meule, 2m. Les récoltes successives ont été : 3 juin, 100 gr. ; 5 juin, 125 gr. ; 7 juin, 50 gr. ; 12 juin, 120 gr. ; 14 juin, 300 gr. ; 16 juin, 340 gr. ; 19 juin, 130 gr. ; 25 juin, 310 gr. ; 28 juin, 100 gr. ; 1er juillet, 80 gr. ; 10 juillet, 100 gr. *Récolte totale* : 1 kg 800. La *production pour un mètre* a donc été 900 gr.

D'après ces trois essais, on voit donc que le rendement pour *un mètre de meule* a été le suivant :

Blanc sans maladie.	1540 gr.
Blanc sain + blanc vert-de-grisé . . .	475 gr.
Blanc sain + blanc chanci	900 gr.

Ces chiffres mettent en évidence la notable diminution de récolte qui résulte de l'introduction d'un blanc malade dans une meule : ils

donnent même la mesure de cette diminution de rendement. On voit que c'est avec le vert de gris, qui est d'ailleurs l'affection la plus commune, que le rendement a été le moindre.

C'est d'ailleurs sans causes appréciables d'erreur qu'on peut comparer les récoltes des trois meules précédentes, car toutes les trois ont été montées, lardées et gobtées en même temps; toutes les trois ont été faites avec le même fumier, recouvertes des mêmes terres ; toutes les trois avaient la même forme en ados (adossées au mur) et étaient montées dans la même carrière, à une température identique : par conséquent exactement dans les mêmes conditions de milieu. D'ailleurs cette identité de conditions de développement s'est traduite par le parallélisme de l'évolution de ces trois couches : les champignons ont apparu sur les meules saines en même temps que sur les autres (1er juin et 3 juin) et les récoltes simultanées faites de deux jours en deux jours ont été sensiblement analogues.

(*b*) *Deuxième essai en carrière*. Nous avons lardé une meule avec du blanc chanci *seul*. Nous avons obtenu :

> Blanc atteint de chanci (seul), 262 gr. *par mètre de meule* (production totale).

Comparons ce résultat à celui observé plus haut dans le cas d'une meule renfermant moitié blanc chanci, moitié blanc sain. D'après les chiffres qui résultent du premier essai, le blanc sain donne par mètre 1540 gr. Lorsque, mélangé au blanc chanci, il n'entre que pour moitié dans le lardage, il doit, s'il ne souffre pas du voisinage du blanc malade, donner une récolte de $\frac{1540}{2} = 770$ gr. Le blanc atteint de chanci avait donc fourni la différence $900 - 770 = 130$ gr., ce qui, pour une meule ensemencée uniquement avec du blanc malade, correspond à un rendement de $130 \times 2 = 260$ gr. au mètre.

Ce résultat, fait à noter, est identique à celui que nous fournit l'expérience directe dans le deuxième essai en carrière (262 gr.). Il semble donc que, dans l'expérience précédente tout au moins, le blanc malade n'ait pas contaminé le blanc sain, chacun d'eux produisant pour son propre compte, et le blanc malade produisant extrêmement peu. D'après les observations des champignonnistes, le chanci ne se comporte pas toujours ainsi et il a fréquemment une tendance à s'étendre dans les meules. Tandis qu'une mise de

Psalliota ne produit de blanc que dans une sphère assez étroite autour du point d'ensemencement, les blancs de *Clitocybe candicans* ou de *Pleurotus mutilus* auraient la propriété, dans certains cas, de s'étendre fort loin du point de départ. Nous n'avons pas encore eu l'occasion de vérifier ce fait par nous-mêmes.

(*c*) *Essai à l'air libre*. Nous avons fait varier les conditions de l'expérience en opérant sous un hangar du jardin de l'École Normale.

Les conditions expérimentales de ces nouveaux essais diffèrent de celles dans lesquelles ont eu lieu les précédents, non seulement parce que la culture se faisait à l'air libre, mais parce qu'elle était plus tardive (lardage le 25 avril, récolte du 27 juin au 22 juillet) et enfin parce que la forme des meules était différente (meules en dos d'âne lardées sur les deux côtés) au lieu de meules en ados lardées sur une seule face (1). Voici les résultats obtenus :

Moitié blanc sain + moitié blanc chanci. . . .	400 gr.	par mètre
Blanc chanci (seul).	25 gr.	»
Moitié blanc sain + moitié blanc vert-de-grisé .	870 gr.	»
Blanc vert-de-grisé (seul)	0 gr.	»

Les chiffres précédents montrent quelle importance peuvent avoir dans certains cas les maladies du blanc : le rendement d'une meule, par suite de la présence de chanci ou de vert de gris, peut devenir infime ou même nul.

En outre, bien qu'on ne puisse pas comparer rigoureusement les expériences de la carrière et du hangar faites dans des conditions aussi différentes, il apparaît néanmoins que la culture à l'air libre et pendant l'été favorise beaucoup le développement des maladies et diminue le rendement. La culture dans des souterrains à température moyenne et constante offre donc des avantages certains au point de vue de la croissance du champignon. D'ailleurs, d'autres ennemis du *Psalliota*, en particulier les larves de *Sciara ingenua*, rendent très difficile pendant l'été la culture à l'air libre. L'utilisation des carrières abandonnées a permis aux champignonnistes de faire cette culture toute l'année et s'est trouvée être ainsi un

(1) Le rendement d'une meule en dos d'âne, lardée sur les deux faces, devrait théoriquement être double de celui d'une meule en ados, lardée sur une seule face. Pratiquement, il n'en est pas tout-à-fait ainsi : cela tient à ce que les meules en ados exigent plus de fumier pour une même quantité de blanc.

facteur important dans le développement de l'industrie champignonnière.

C. — **Utilité d'un blanc vierge et pur.** — Les renseignements et les expériences qui précèdent montrent quel rôle considérable jouent les maladies du blanc dans la culture du champignon de couche. Aussi les praticiens habiles font-ils tous leurs efforts pour se mettre à l'abri de ce côté.

C'est ainsi qu'ils ont pris une double habitude : 1° n'acheter que du blanc frais ; 2° recourir fréquemment au blanc vierge. En premier lieu, en achetant toujours le blanc à l'état *frais*, ils peuvent y reconnaître le vert de gris et le chanci : le vert de gris (s'il est assez âgé) grâce à son aspect particulier, le chanci grâce à son odeur spéciale. Mais il faut convenir que la vue et l'odorat sont bien insuffisants pour la recherche d'êtres microscopiques. En second lieu, les cultivateurs ont fréquemment recours à l'emploi du blanc vierge. C'est là une pratique excellente. Malheureusement la quantité de blanc vierge recueillie chaque année à l'automne est limitée ; le champignonniste qui en achète ignore d'ailleurs quel produit il lui fournira, et bien souvent, s'il obtient des champignons malingres, il est obligé de laisser ce blanc vierge sans emploi. Pour ces diverses raisons, les cultivateurs se servent plusieurs fois d'un même blanc ; il arrive alors que, dans les cultures successives, les maladies, le vert de gris surtout, usent peu à peu le blanc, et qu'à la troisième culture on court le risque de voir la récolte manquer. Si le blanc vierge était plus commun, on pourrait se contenter d'un seul report, et l'éventualité d'un dépérissement du blanc ne serait plus à craindre : aussi une méthode qui fournirait un blanc vierge et pur en quantité illimitée et pendant toute l'année rendrait-elle de grands services aux champignonnistes (1).

C'est précisément grâce à leurs procédés secrets d'obtention du blanc vierge (procédés bien imparfaits d'ailleurs) que les champignonnistes parisiens gardent sur leurs concurrents une supériorité incontestée. Un cultivateur qui ne sait comment se procurer du blanc vierge est et reste dans l'impossibilité de produire du cham-

(1) Nous reviendrons plus tard sur ce point et nous établirons, croyons-nous, par des preuves nombreuses et solides, que cette méthode a été trouvée.

pignon d'une manière rémunératrice (1). Là, plus encore que dans l'existence de carrières nombreuses à proximité de Paris, est peut-être la raison profonde pour laquelle la culture du Champignon de couche n'a pu être entreprise partout d'une façon suivie, et s'est localisée presque uniquement aux environs de Paris.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 13.

Vert de gris (Myceliophthora infesta). — Fig. 1-8. Gross. = 450.

Fig. 1-2. — Filaments mycéliens rampants avec fructifications jeunes : filaments fructifères simples ; chapelets de 2-3 spores.

Fig. 3. — Filaments fructifères ramifiés.

Fig. 4-5. — Ces figures montrent la première spore du chapelet donnant elle-même naissance aux ramifications latérales.

Fig. 6 à 8. — Chlamydospores. Dans la fig. 6 et l'une des figures 8, la chlamydospore est l'origine d'une ramification fructifère.

Plâtre (Monilia fimicola). — Fig. 9-13. Gross. = 450 sauf pour la fig. 11 (Gross. = 100) et la figure 12 (Gross. = 600).

Fig. 11. — Aspect général d'un massif de bouquets sporifères.

Fig. 10 et 12. — Début du développement d'un arbuscule sporifère.

Fig. 9. — Un arbuscule sporifère vu isolément.

Fig. 13. — Un chapelet de spores avec l'article qui les porte, celui-ci détaché et isolé, ainsi qu'on l'observe dans toutes les préparations.

(1) Le rendement que nous avons obtenu avec le *blanc réputé sain* (rendement de 1 k. 540 au mètre) ne permettrait certainement pas de couvrir les frais considérables nécessités par la culture de l'Agaric. Avec les meilleurs blancs qui nous aient été fournis par les champignonnistes, jamais nous n'avons récolté plus de 2 kilos au mètre. Si, par hasard, le fournisseur de blanc se trouve être d'une probité peu scrupuleuse et si le blanc qu'il expédie est atteint de chanci ou de vert de gris, la récolte pourra s'abaisser jusqu'à devenir dérisoire et même nulle.

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE

SUR LES *RHIZOCAULON*

par le Marquis de SAPORTA (*Suite*).

II. — CARACTÈRES DE STRUCTURE COMPARÉS ET LEUR SIGNIFICATION : AFFINITÉ PRÉSUMÉE DU GROUPE VIS-A-VIS DES TYPES ACTUELS ; CONCLUSIONS.

Il ne suffit pas d'avoir décrit, dans les pages précédentes, avec les parties converties en silice du *Rhizocaulon Brongniartii*, comprenant les tiges, feuilles et racines caulinaires de cette plante, les mêmes organes conservés à l'état d'empreintes, et enfin les appareils fructifiés de ces mêmes *Rhizocaulon*, il faut encore insister sur les motifs qui nous engagent à adopter cette manière de voir et sur les conséquences qu'elle entraîne, une fois admise, au point de vue de l'aspect extérieur, des aptitudes et de l'affinité des *Rhizocaulon*, vis-à-vis des formes vivantes auxquelles on serait tenté de les assimiler.

La question préliminaire qui se présente avant tout consiste à se demander si l'attribution à une seule et même catégorie de toutes les parties et fragments d'organes, rapportés par nous aux *Rhizocaulon* est réellement fondée sur des raisons sérieuses, bien que leur connexion matérielle ne soit pas établie. Poser ainsi la question, c'est en même temps la résoudre, ou bien il faudrait renoncer à l'étude et à la détermination des différents organes d'une plante fossile, si rarement connexes, le plus souvent épars et qu'on n'hésite cependant pas à réunir aussitôt que la vraisemblance de leur combinaison résulte de l'examen des échantillons distribués à la surface des lits d'un même gisement.

Ici, remarquons le, la preuve s'offre, pour ainsi dire, d'elle-même et sans aucun effort. Que nous présentent les échantillons convertis

en silice, en suivant les indications de Schumann : des tiges noduleuses, pourvues çà et là, à la périphérie, de cicatrices d'insertions radiculaires ; des feuilles emboîtées et engainantes inférieurement, sans trace de médiane, avec des bandes fibro-vasculaires longitudinales, reliées entre elles par des cloisons transversales, répondant à un limbe foliaire pourvu de nervures multiples, rejointes par des nervilles interposées ; des racines, libres et probablement aériennes, nombreuses, couvertes de filaments, dont les points d'attache à la superficie de ces racines sont souvent visibles, et dont la structure anatomique confirme la destination d'avoir vécu à l'air humide, peut-être de s'être allongées jusqu'à atteindre l'eau : la nature sclérifiée du tissu intérieur du cylindre central de ces racines étant l'indice presque assuré de l'habitat aérien, tandis que, d'autre part, les lacunes de la région corticale les auraient prédisposées à la vie aquatique. — Il est vrai que M. Schumann a constaté(1) la présence de racines analogues, pourvues aussi de filaments, émises le long des tiges et perçant les gaînes foliaires, chez le *Phragmites communis* L., par une disposition semblable à celle qui caractérisait autrefois les *Rhizocaulon* ; mais, chez le premier, ces racines aériennes sont exceptionnelles ; elles se produisent accidentellement, se trouvent limitées à une région des jeunes tiges, voisine de la base et coïncident avec leur premier développement. Chez les *Rhizocaulon*, au contraire, ces racines caulinaires étaient normales : elles accompagnaient les tiges et se produisaient à toutes les hauteurs, de telle sorte qu'étant à la fois constantes et multipliées, elles ont dû se conserver dans beaucoup de cas ; tandis que de leur côté, les feuilles perforées et les tiges avec cicatrices d'insertion ont dû donner lieu à des empreintes faciles à reconnaître, non seulement à leur nervation caractéristique, mais aussi par suite des traces de la perforation des radicules. Eh bien ! les présomptions suggérées par l'examen des échantillons convertis en silice se sont effectivement réalisées et cette réalisation se trouve attestée par un tel ensemble d'indices affirmatifs qu'on ne saurait raisonnablement douter de l'attribution de tous ces restes à un seul et même type générique, celui des *Rhizocaulon*. Pour s'en convaincre, il suffit d'interroger les divers gisements d'où nous sont provenues des em-

(1) Pl. XXVII, fig. 7, de son mémoire.

preintes de *Rhizocaulon*. La réunion constante et souvent aussi l'association à la surface des mêmes plaques de fragments de tiges, de feuilles, de racines toujours semblables, offrant les mêmes caractères visibles et les mêmes particularités, achèvent de persuader l'observateur impartial, et un coup d'œil jeté sur nos figures conduira certainement à ce même résultat.

Sur le niveau le plus ancien, le gisement d'Aix fournit des fragments de tiges, avec cicatrices d'insertion radiculaire (pl. 7, fig. 1-3 et 9-10), des lambeaux de feuilles (pl. 6, fig. 2-5), et des racines pourvues de filaments (pl. 7, fig. 4-6), les unes plus épaisses (pl. 8, fig. 1) et peut-être plus anciennes, les autres plus minces et généralement pourvues de plus longs filaments (pl. 8, fig. 4); mais, remarquons-le, avec des différences qui semblent de nature à faire admettre la présence de deux espèces congénères. Les différences, en effet, se retrouvent sur les tiges, dont les unes (pl. 7, fig. 2-3) n'offrent que des cicatrices radiculaires relativement petites, tandis que sur les autres, ces mêmes cicatrices sont notablement plus grandes (pl. 7, fig. 9-10); mais, n'oublions pas de l'observer, sur le principal fragment de tige du gisement d'Aix (pl. 7, fig. 3 en *a*) se trouve jeté un petit lambeau de feuille, bien reconnaissable pour celle d'un *Rhizocaulon*, et la figure 7, pl. 7, qui représente une réunion de racines sans doute aériennes, avec filaments, couchées et entremêlées dans le plus grand désordre, montre en même temps trois à quatre de ces mêmes lambeaux de feuilles, dont la nervation est facile à saisir, associés aux radicules. Une autre figure, encore plus significative et provenant des mêmes lits (pl. 8, fig. 4) laisse voir une racine aérienne, pourvue de très nombreux filaments, aussi remarquables par leur finesse que par leur étendue. Cette racine s'atténue et se détourne vers la base, de manière à faire croire que son extrémité inférieure touchait à la terminaison; et tout à l'entour, dispersés en désordre, se montrent huit petits fragments de ces mêmes feuilles, ayant l'aspect et les nervures caractéristiques de celles des *Rhizocaulon*. — Bien plus, à Aix (pl. 8, fig. 2), une de ces racines aériennes se trouve en contact avec un lambeau de feuille, au point même où ce lambeau a été perforé. La coïncidence est ici d'autant moins fortuite qu'une empreinte semblable (pl. 8, fig. 3) a été recueillie à Saint-Zacharie, de telle sorte que, considérés

à la loupe, les deux lambeaux offrent également le même aspect conforme à celui qui distingue les feuilles de *Rhizocaulon*.

A Saint-Zacharie, gisement plus récent d'un degré que celui d'Aix, les mêmes associations de tiges, de feuilles et de racines se sont montrées et il existe de plus des inflorescences rencontrées à la surface des mêmes lits et que tout engage à leur attribuer. La figure 2, pl. 7, fait voir à quel point les tiges, avec cicatrices d'insertion radiculaire, de Saint-Zacharie, ressemblent à celles d'Aix; cette ressemblance va jusqu'à l'identité et il en est de même des radicules des deux localités comparées. Y a-t-il moyen d'expliquer par le hasard seul de pareilles coïncidences? Pour ce qui est des feuilles considérées à part, il n'existe réellement aucune différence sensible, ni dans la forme, ni dans la consistance, ni dans l'aspect et la nervation, entre les divers échantillons provenant d'Aix (pl. 6, fig. 2-4), de Saint-Zacharie (pl. 6, fig. 8) ou encore des environs d'Apt (pl. 6, fig. 1). C'est toujours la même uniformité de nervation correspondant à la structure anatomique en forme de double T (I-träger de Schumann) et constituée par des bandes maintenues au moyen de cordons fibro-vasculaires, longitudinaux, occupant l'espace qui sépare les deux faces de la feuille et laissant entr'elles des lacunes intermédiaires.

En ce qui touche les inflorescences en épis paniculés (*Paniculites* de Schumann) les preuves directes de leur attribution aux *Rhizocaulon* font évidemment défaut et cependant, en dehors de leur provenance des mêmes lits que les feuilles, tiges et radicules, la présence de deux fragments de ces radicules associés à l'une des inflorescences, à la surface de la même plaque (pl. 9, fig. 1 en *a*) est un indice précieux, sinon irrécusable, en faveur du rapprochement présumé de ces deux organes. La découverte d'une inflorescence semblable dans le gisement de Manosque (Bois-d'Asson) et dans les mêmes lits que les tiges parsemées de cicatrices est venue encore ajouter à la vraisemblance de cette opinion. Enfin, le gisement de Bonnieux, sur ce même niveau aquitanien, ajoute une confirmation à notre manière de voir, puisque là aussi les fragments de tiges, les lambeaux de feuilles perforées et les racines aériennes, toujours pourvues de filaments, se trouvent associés à la surface des plaques schisteuses (pl. 6, fig. 6-7), avec des caractères qui empêchent de les méconnaître. On ne saurait pourtant nier l'existence, entre les

empreintes des divers gisements, de nuances différentielles d'un ordre purement spécifique.

Au total, il est souverainement improbable qu'une liaison purement artificielle réunisse les fragments dont nous venons de passer la revue et qui, dans l'hypothèse préconisée par Schumann, auraient en réalité appartenu à des catégories très diverses de Monocotylées. C'est l'inverse qui nous semble vrai ou tout au moins si vraisemblable que jusqu'à preuve contraire, il est difficile à un esprit non prévenu de ne pas tenir pour congénères l'ensemble des débris de végétaux auxquels la dénomination de *Rhizocaulon* a été appliquée jusqu'ici. Au lieu de révoquer en doute la personnalité de l'ancien groupe, ce sont plutôt ses affinités qu'il est naturel de rechercher par tous les moyens possibles, et c'est aussi ce qui nous reste à faire. Avant d'abandonner le sujet, essayons au moins de l'envisager à ce dernier point de vue.

Les agglomérations de tiges ascendantes et fortement serrées, entremêlées de gaines foliaires encore en place, au milieu desquelles circulent des racines caulinaires, et dont les échantillons convertis en silice, du *Rhizocaulon Brongnartii* se trouvent constitués, ces agglomérations font voir que ces sortes de plantes croissaient en touffes pressées, soit au bord des eaux et leur servant de lisière, soit même en colonies s'avançant à la façon des *Typha*, jusqu'à une distance plus ou moins éloignée du rivage proprement dit. Dans ces conditions, il nous avait paru que la recherche des rhizomes, soit des *Rhizocaulon* mêmes, soit de quelque type allié présumé de ceux-ci, avait des chances d'aboutir à quelque résultat.

C'est ce qui nous porta, lors d'une première *Révision de la flore d'Aix* (1), à décrire, sous le non de *Pseudo-Phragmites*, un très beau rhizome, oblique, noduleux, ferme de consistance, parsemé de cicatrices marquant le point d'attache des radicules et accompagné de lambeaux de feuilles ou gaines foliaires « différentes par la nervation de celles des *Rhizocaulon* ».

Nous pensions alors que ce rhizome avait pu être celui d'un type, distinct assurément de celui des *Rhizocaulon*, mais ayant fait partie peut-être de la même famille. Plus tard, cependant, la con-

(1) *Révis. de la Flore des gypses d'Aix. Descr.* des espèces, p. 40. — *Ann. des sc. nat., 5me Série, Bot.*, tome XVII, pl. IV, fig. 1.

formité de ce rhizome, par tous les détails visibles, avec ceux des Bambusées, nous a persuadé de ne pas maintenir le genre *Pseudo-Phragmites*, proposé d'ailleurs sous toutes réserves et, en effet, dans nos *Dernières Adjonctions* (1) que termine une énumération complète des espèces du gisement (2), le genre n'a pas été maintenu.

Il n'y aurait aucune invraisemblance à notre sens à reconnaître une portion de tige d'un *Rhizocaulon*, voisine de la région par laquelle cette tige touchait au sol et s'y enracinait au contact de l'eau ou de la vase, dans deux empreintes extraites à St-Zacharie, des mêmes lits marneux d'où sont venus les fragments de tiges et les inflorescences.

Nous reproduisons (pl. 12, fig. 1), en la réduisant, une de ces empreintes qui n'ont jamais été figurées. On distingue sur elle une foule de radicules, quelques-unes garnies de filaments, semblables par l'aspect à celles des *Rhizocaulon* et attenant, à ce qu'il semble, à la ligne des nœuds ou diaphragmes du corps de la tige, d'où elles sortent en s'étalant et en se repliant, comme pour atteindre le sol. Sur l'échantillon que nous figurons ici (pl. 12, fig. 1), les racines s'entremêlent et se confondent presque, tellement elles sont nombreuses, tellement elles se prolongent et s'étalent. Le corps de la tige ou ce qui correspondrait à une partie du rhizome laisse voir la ligne des nœuds entre lesquels courent des stries et linéaments longitudinaux, et, çà et là, des lambeaux de gaines foliaires divariquées. Sans vouloir rien trancher de décisif, il semble que nous aurions ici sous les yeux les portions voisines de la base enracinée de quelque *Rhizocaulon*.

En ce qui touche les fragments déterminables, conservés à l'état d'empreintes, tiges ou feuilles, il convient de faire cette remarque qu'ils se présentent constamment sous l'apparence de « lambeaux ». A Aix, de même qu'à Saint-Zacharie, à Bonnieux comme à Manosque (Bois-d'Asson), les tiges déchiquetées ne montrent jamais que l'une des deux faces. Leurs cicatrices d'insertion radiculaire se reproduisent toujours sur la contre-empreinte aussi bien que sur l'empreinte même. Ces lambeaux, très probablement, répondent à des portions plus ou moins étendues de l'étui cortical des

(1) *Dernières Adjonctions à la Flore foss. d'Aix-en-Provence*; Paris, G. Masson, 1889.

(2) Voir *Ibid.*, p. 144 et suiv.

anciennes tiges, découpées par la dent des animaux qui se nourrissaient de la moelle intérieure et rejetaient les parties dures. Il est donc possible, par cela même, que ces découpures aient compris plus de la moitié du pourtour caulinaire, ensuite déroulé et aplati, de telle sorte que les empreintes de tiges en question représenteraient, au lieu d'un côté, le pourtour entier ou presque entier de l'ancienne tige. Celles-ci, dans leur intégrité, auraient été beaucoup moins épaisses, en réalité, que ne le ferait présumer le diamètre actuel de l'empreinte parvenue jusqu'à nous. Il en est sans doute ainsi de la belle empreinte caulinaire des gypses d'Aix (pl. 7, fig. 3), dont le diamètre réel aurait été beaucoup plus étroit que l'empreinte ne donnerait à le croire, en se fiant à sa largeur, aussitôt qu'il devient admissible qu'elle représente le pourtour de l'ancienne tige, d'abord déroulée et finalement comprimée.

Les feuilles elles-mêmes, perforées ou non (pl. 6, fig. 1, 5 et 8, et pl. 11, fig. 6), consistent le plus souvent en lambeaux irréguliers qui paraissent avoir la même origine que ceux des tiges; et l'action ainsi attribuée aux animaux baujeurs et fouillisseurs de l'époque concorde pleinement avec les observations faites à propos de Nymphéinées, dont les rhizomes furent découpés de la même façon, les parties dures et extérieures ayant seules persisté, le plus souvent divisées en rondelles irrégulières, sur lesquelles les coussinets des anciennes feuilles dessinent encore leur relief et présentent les détails superficiels, caractéristiques de l'étui cortical des rhizomes, dont l'intérieur féculent a dû servir à la nourriture des animaux de l'époque paléothérienne.

Quelles seront, après M. Schumann, nos conjectures à l'égard de l'affinité présumée des *Rhizocaulon* vis-à-vis des types actuels, soit qu'ils aient appartenu à quelqu'un des groupes encore existants, soit qu'ils aient constitué un ordre spécial ou une section maintenant et depuis longtemps disparue?

Les affirmations répétées de l'auteur allemand au sujet de l'attribution de ces plantes aux Monocotylées, dont leurs tiges, comme leurs feuilles, présentent la structure « merveilleusement conservée (1) »; celles tout aussi explicites relatives à leur port, à leur croissance par tiges réunies en faisceau, à la façon des *Carex* et des

(1) *Untersuch. ueb. d. Rhizocauleen*, p. 268.

Cyperus (1); enfin, la détermination du milieu probable, auquel le type tertiaire était adapté; tout cela concorde si bien avec nos propres idées que nous ne saurions mieux faire que de transcrire les paroles mêmes du savant de Berlin : « Il résulte pour nous avec certitude de la structure des feuilles, que le *Rhizocaulon Brongniartii* a dû être un végétal ami des eaux, puisque les canaux longitudinaux qui parcourent le limbe foliaire, dont les faces superficielles sont soutenues par les bandes en double T (2), sont un attribut des végétaux de cette catégorie (celle des Monocotylées aquatiques). Cette opinion se trouve confirmée par la structure lacunaire des racines qui concorde entièrement avec celles des parties correspondantes des plantes aquatiques..., enfin la présence des poils radicaux vient à l'appui de la nature du milieu qui baignait, autant qu'on peut le présumer, les tiges de *Rhizocaulon* (3) ». Et plus loin (4); après que l'auteur a établi que les racines des *Rhizocaulon* n'étaient pas des supports comparables par leur fermeté aux racines aériennes des *Pandanus*, après avoir invoqué à l'encontre de cette fermeté les ramifications répétées des radicules fossiles, incapables par leur faiblesse de remplir un rôle pareil, Schumann ajoute (5) : « Ici, en outre, ce qui prend une grande importance, c'est la présence constatée des poils radicaux que de semblables racines aériennes (celles des *Pandanus*) ne produisent jamais. Il est sans doute des racines qui, en dehors de l'eau ou de la terre, se couvrent d'une foule de poils radicaux ; mais il ne saurait rien être allégué de pareil, qui s'applique au cas actuel... » Puis, l'auteur, après avoir mentionné les racines aériennes émises par les plantes grimpantes et celles d'une foule de germes, dont les radicules ne s'allongent en se couvrant de poils, que pour atteindre le sol et s'y fixer, arrive à cette conclusion finale que les racines des *Rhizocaulon* ont dû librement flotter dans l'eau, « autant qu'on peut les suivre (nous ne pouvons savoir si elles pénétraient ensuite plus profondément dans la vase), puisque les poils radicaux ne sont en contact avec aucune particule limoneuse... Au milieu de la substance cristalline qui

(1) *Untersuch. ueb. d. Rhiz.*, p. 271.
(2) I-träger.
(3) *Ibid.*, p. 272.
(4) *Ibid.*, p. 273.
(5) *Ibid.*, p. 274.

les renferme, maintenant encore les radicules se montrent comme si elles flottaient librement au sein des eaux. ».

Les conclusions dernières, adoptées par M. Schumann après s'être inutilement adressé à divers groupes de Monocotylées, consistent à considérer les *Rhizocaulon* comme répondant au type d'une Cypéracée d'affinité incertaine (1).

(1) L'affinité présumée des *Rhizocaulon* avec les *Cladium* (*C. Mariscus* R. Br.) basée sur des particularités de structure anatomique, observées dans les tiges des premiers, ne saurait entraîner, selon nous, au lieu d'une parenté véritable, qu'une coïncidence et une certaine analogie dans la disposition des éléments histologiques dont les Monocotylées des différents groupes, comparés entre eux, doivent offrir à l'observateur bien d'autres exemples.

(*A suivre*).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

Est-il nécessaire, d'ailleurs, de chercher bien loin pour trouver un sujet d'étude qui ait quelque importance biologique, et qui puisse donner lieu à des investigations nouvelles ? Que de faits, par exemple, restent à découvrir ou à éclaircir à propos de cette vaste question du parasitisme, qui a fait récemment encore l'objet d'intéressantes recherches de M. Gaston Bonnier (1).

En analysant les échanges gazeux qui s'effectuent entre les plantes parasites à chlorophylle et l'atmosphère, M. Bonnier est parvenu à déterminer, pour un certain nombre de ces plantes, le degré de dépendance dans lequel se trouve chacune d'elles à l'égard de l'hôte sur les racines duquel elle s'est fixée.

Ce degré est très variable suivant l'espèce que l'on considère.

C'est ainsi que l'*Euphrasia officinalis* ne dégage jamais d'oxygène à la lumière, quel que soit l'éclairement. Le *Bartsia alpina* et le *Rhinanthus Crista-galli* n'en rejettent que des quantités très faibles, et seulement lorsque la lumière est intense, et la température peu élevée.

Au contraire, chez d'autres plantes telles que le *Thesium humifusum*, le *Thesium pratense*, le *Pedicularis sylvatica*, dont cependant les suçoirs sont bien développés, et implantés également sur des végétaux vivants, l'assimilation atteint une notable intensité, qui augmente encore chez les *Melampyrum pratense*, *sylvaticum* et *nemorosum*.

Ces dernières plantes n'ont donc qu'un parasitisme très faible; elles prennent en partie directement, par elles-mêmes, le carbone qui leur est nécessaire. Les premières, par contre, bien que semblables en apparence et malgré leurs feuilles vertes, doivent, pour vivre, puiser à l'aide de leurs suçoirs les matières assimilées par leur hôte.

(1) Gaston Bonnier : ***Recherches physiologiques sur les plantes vertes parasites*** (Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, 1893). — ***Assimilation du Gui comparée à celle du Pommier*** (Actes du Congrès de 1889 de la Société botanique de France).

Quant aux Mélampyres, leur pouvoir assimilateur est tel qu'il est permis de les considérer comme vivant en symbiose bien plutôt qu'en parasitisme avec les Graminées ou autres végétaux sur lesquels ils sont implantés. Il en est de même pour le Gui, qui, d'après les analyses de M. Bonnier, décompose énergiquement l'acide carbonique et assimile seulement trois fois moins de carbone que la feuille de Pommier, à égalité de surface.

L'étude des échanges gazeux nous démontre donc, en résumé, que les végétaux parasites à chlorophylle présentent tous les intermédiaires entre les espèces puisant presque exclusivement le carbone dans l'hôte qu'elles attaquent et les espèces qui assimilent presque exclusivement par elles-mêmes, ne profitant guère que des substances minérales puisées par les racines de l'autre plante.

Dans certains cas même, il peut y avoir échange réciproque des produits d'assimilation entre le prétendu parasite et son support. Ce serait le cas, en particulier, pour le Pommier et le Gui, le premier nourrissant le second pendant l'été, et le Gui contribuant à son tour, pendant l'hiver, à nourrir le Pommier, alors que celui-ci est dépourvu de feuilles.

Ces sortes d'associations à bénéfice réciproque, dont le Gui et le Pommier nous fournissent ainsi un nouvel exemple, ne sont pas rares dans le règne végétal ; entre toutes, la plus connue et aussi la plus curieuse est celle de l'Algue et du Champignon, dont la réunion constitue le Lichen.

L'Algue, on le sait, est un végétal pourvu de chlorophylle ; le Champignon, au contraire, est incolore. Dans un mémoire (1) paru ici même, l'auteur de cette revue a décrit, il y a deux ans, les différentes particularités physiologiques que présente l'organisme formé par l'association intime de deux êtres si différents. Sans insister sur les détails, ni sur les différentes méthodes suivies, rappelons rapidement les principales conclusions du travail.

Contrairement à ce qu'on tendait à admettre, les Lichens sont, au point de vue de la formation des substances hydrocarbonées, indépendants du substratum sur lequel ils se développent ; ils peuvent n'emprunter à ce substratum que l'azote et la faible quantité de substances minérales dont ils ont besoin, et ils sont, d'autre part, en état de puiser dans l'air, par l'intermédiaire de l'Algue, le carbone nécessaire à leur végétation.

En effet, même chez les Lichens hétéromères, où cependant la masse

(1) Henri Jumelle : *Recherches physiologiques sur les Lichens* (Revue générale de Botanique, 1892). — *La vie des Lichens pendant l'hiver* (Mémoires de la Soc. de Biologie, oct. 1891). — *L'assimilation chez les Lichens* (C. R. de l'Acad. des sciences, 1891). — *Influence de l'humidité sur les échanges gazeux des Lichens* (Assoc. franç. pour l'avancement des sciences, 1891). — *Sur le dégagement d'oxygène par les plantes aux basses températures* (C. R. de l'Acad. des sciences, 1891).

du Champignon prédomine sur l'ensemble des Algues, la résultante des échanges gazeux avec le milieu se traduit, à la lumière, par une décomposition d'acide carbonique et un rejet d'oxygène.

L'intensité de l'assimilation est toutefois très variable suivant l'espèce. Il y a lieu, à cet égard, d'établir en quelque sorte une division physiologique entre les Lichens fruticuleux ou foliacés et les Lichens crustacés. Chez les premiers, l'assimilation l'emporte, la plupart du temps, sur la respiration, même à la lumière diffuse ; les Lichens crustacés, au contraire, ne présentent en général cette prédominance que lorsqu'ils sont exposés aux rayons solaires directs.

Chez les uns comme chez les autres, l'intensité des échanges gazeux est, en outre, pour une même espèce, très variable suivant le degré d'humidité de la plante.

A mesure qu'un Lichen, primitivement sec et à l'état de vie latente. s'imbibe d'une quantité de plus en plus grande d'eau, sous l'influence du substratum ou du milieu, ses fonctions de respiration et d'assimilation se modifient de la façon suivante, qui est la même dans les deux cas :

Au début, quand le Lichen ne renferme encore qu'une faible proportion d'eau, le plus léger accroissement de cette proportion suffit pour produire une accélération très grande des échanges gazeux. Dans la suite, quand le Lichen a atteint un certain degré d'humidité, l'intensité de la respiration ne s'élève plus, par contre, que faiblement, même pour un fort apport d'eau. Enfin il arrive un moment où non seulement l'accroissement d'humidité n'augmente plus l'énergie des échanges gazeux, mais où même il la diminue. Les Lichens saturés d'eau ont des fonctions moins actives que ceux où la proportion d'eau est un peu au dessous du maximum.

En d'autres termes, quand la quantité d'eau que renferme un Lichen augmente, l'intensité de la respiration et l'intensité de l'assimilation s'accélèrent progressivement, passent par un maximum, puis se ralentissent. Il y a ainsi, tant pour la respiration que pour l'assimilation, un optimum d'humidité.

La propriété que possèdent tous les Lichens — aussi bien les espèces hétéromères que les espèces homéomères gélatineuses — de pouvoir se dessécher complètement sans périr, permet à ces plantes de supporter des températures auxquelles le plus souvent ne résistent pas les Phanérogames.

Tandis que, chez ces dernières, tout échange gazeux avec le milieu est définitivement supprimé après qu'elles sont restées dix minutes à 50°, chez les Lichens, au contraire, la respiration se manifeste encore, avec une intensité normale, après trois jours à 45°, quinze heures à 50°, cinq heures à 60°.

Ce n'est toutefois que dans des cas très rares, paraissant tout à fait exceptionnels, que l'assimilation, d'autre part, persiste aussi longtemps. Presque toujours, cette autre fonction est déjà annulée après que la

plante a été maintenue un jour à 45°, trois heures à 50°, une demi-heure à 60°.

Cette fréquente différence de persistance des deux fonctions, respiration et assimilation, est évidemment la preuve d'une inégalité de résistance du protoplasme et de la chlorophylle aux hautes températures, chez la plante desséchée. Il suit de là que, dans le Lichen exposé à la chaleur, l'altération de l'Algue est bien souvent déjà commencée alors que le Champignon est encore intact. La cellule verte a moins de chances de survivre que la cellule incolore.

Aux basses températures, la résistance des Lichens est un fait bien connu, prouvé par de nombreuses observations. A ce sujet, on a pu remarquer que, d'ordinaire, dans la nature, les Lichens soumis au froid sont, comme ceux qui sont exposés aux températures élevées, dans un état de complète dessiccation. Au premier abord on serait donc tenté d'induire, par analogie, qu'ici encore la résistance du Lichen est due à cet état de sécheresse. Nous avons montré, par nos expériences, qu'une telle induction serait inexacte : différents Lichens maintenus humides à 40° ont survécu comme des Lichens entièrement dépourvus d'eau.

Chez les individus ainsi maintenus humides à des froids intenses, nous avons constaté la persistance de la respiration jusqu'à — 10° (1). Mais le phénomène a toujours cessé d'être appréciable à partir de ce degré.

L'assimilation, au contraire, est quelquefois encore sensible à — 40°. L'*Evernia Prunastri*, par exemple, a toujours, dans les expériences répétées que nous avons faites, présenté, à cette basse température, sous l'influence de la lumière, une décompositon d'acide carbonique accompagnée d'un rejet correspondant d'oxygène.

En dehors des Lichens, nous avons observé le même phénomène chez des Conifères, telles que l'Epicea et le Genévrier.

L'assimilation, qu'on n'avait jamais jusqu'alors constatée au-dessous de 0°, peut donc, tant que, pour une raison ou pour une autre, il reste, dans la cellule de la plante qui résiste, une petite quantité d'eau libre, continuer à s'exercer par les froids les plus intenses, alors que la respiration est déjà, depuis longtemps, complètement supprimée.

Indépendamment des influences extérieures, ces deux fonctions, assimilation et respiration, doivent être évidemment encore, au point de vue de leur intensité, sous la dépendance étroite de la structure des tissus par lesquels elles s'exercent.

Partant de cette idée, très admissible *a priori*, M. Géneau de Lamar-

(1) Depuis la publication de ce mémoire, M. W. Detmer a également observé. chez des plantules de Lupin et de Blé, une persistance manifeste de la respiration au-dessous de 0°. C. F. Detmer : *Beobachtungen uber die normale Athmung der Pflanzen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1892).

LIÈRE (1) s'est demandé si, par suite, pour une même espèce de plante, l'énergie des échanges gazeux ne varie pas suivant que les individus ont poussé à l'ombre ou au soleil. Il est déjà démontré, en effet, par l'anatomie expérimentale, que la structure des feuilles d'une espèce donnée subit des modifications très sensibles avec les différentes conditions d'éclairement dans lesquelles ces organes se développent.

En fait, par l'emploi de plusieurs méthodes, l'auteur a pu constater que les différentes fonctions de la plante, telles que respiration, assimilation, transpiration, s'exercent toujours plus énergiquement chez les feuilles qui se sont développées au soleil que chez celles qui ont poussé à l'ombre.

Lorsqu'on ramène les premières à se trouver dans les mêmes conditions que les secondes, elles continuent à décomposer plus énergiquement l'acide carbonique de l'air, et à transpirer plus abondamment que celles-ci. A l'obscurité, elles émettent aussi, pendant un même espace de temps, et à surface égale, deux à quatre fois plus d'acide carbonique.

Toutes ces expériences ont été faites avec des feuilles de Hêtre, de Chêne, de Charme, de *Salix rosmarinifolius*, de *Bupleurum falcatum*, de *Laserpitium latifolium*, de *Peucedanum parisiense*, de *Weigelia rosea*, de *Teucrium Scorodonia*, etc.

Il est à remarquer que, pour toutes ces plantes, ainsi qu'il résulte des déterminations de poids faites par M. de Lamarlière, les tissus correspondant à une surface donnée de feuille développée à l'ombre contiennent toujours beaucoup moins de matière sèche que ceux correspondant à la même surface d'une autre feuille développée au soleil.

Chez cette dernière, le rapport du poids sec au poids frais est en outre plus fort que chez la feuille de la même espèce qui a vécu à l'ombre.

Ajoutons que les expériences de M. de Lamarlière se trouvent confirmées par celles de M. MAYER (2) sur les plantes de serre et d'appartement.

D'après les analyses de M. Mayer, les espèces ordinaires d'ornement,

(1) L. Géneau de Lamarlière : *Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil* (Revue générale de Botanique, 1892) — *Sur l'assimilation comparée des plantes de même espèce, développées au soleil ou à l'ombre* (C. R. de l'Acad. des Sciences 1892) — *Sur la respiration, la transpiration et le poids sec des feuilles développées au soleil ou à l'ombre* (id.)

(2) Ad. Mayer : *Ueber die Athmungsintensität von Schattenpflanzen* (Landwirthschaftliche Versuchs-Stationen XL). Notons que les expériences de M. de Lamarlière permettent de donner une interprétation des résultats de M. Mayer, un peu différente de celle qui paraît adoptée par ce dernier. Ce n'est probablement pas en raison de différences spécifiques que les espèces exotiques respirent moins que nos espèces indigènes ; la faible intensité de leurs échanges gazeux est sans doute due bien plus souvent aux mauvaises conditions d'éclairement dans lequel elle se sont développées. C'est très probablement en ce sens seulement qu'il est permis de dire que les plantes d'ornement ont une respiration moins active que les plantes de nos régions.

telles que le *Saxifraga Sarmentosa*, le *Tradescantia zebrina*, l'*Aspidistra elatior*, respirent beaucoup moins que nos espèces indigènes, comparativement à leur volume et à leur poids sec.

Ceci nous explique comment ces plantes peuvent vivre à l'ombre, dans les appartements. L'assimilation, quoique très affaiblie par un éclairement défectueux, suffit cependant, et au-delà, pour rendre à la plante ce que la respiration, elle même peu active, lui fait perdre.

Toujours guidé par le principe qui l'a amené à examiner comparativement les différents degrés d'intensité que peuvent avoir les diverses fonctions physiologiques, chez des plantes d'une même espèce développées dans des conditions différentes, M. de Lamarlière (1) s'est aussi préoccupé de déterminer les variations que subissent les mêmes fonctions dans des plantes d'espèces voisines, dont les feuilles ne se ressemblent ni par la forme ni par la structure.

La famille des Ombellifères, qui présente tous les degrés de découpure et une structure très variée dans le limbe de ses feuilles, était particulièrement favorable à cette étude. Tandis que certaines espèces, telles que l'*Angelica silvestris*, le *Trochischantes nodiflorus*, fournissent l'exemple de la structure hétérogène dissymétrique la mieux caractérisée, d'autres, au contraire, comme le *Trinia vulgaris*, les *Fœniculum*, divers *Seseli*, possèdent la structure hétérogène symétrique. Et, entre ces deux termes extrêmes, une nombreuse série d'espèces se rattache à des types intermédiaires.

Quelle est donc, dans ces différents cas, l'influence de la structure sur la transpiration, la respiration et l'assimilation ? C'est ce qu'a cherché à établir M. de Lamarlière.

Dans ce but, il a éliminé l'action des divers autres facteurs (éclairement, température, humidité, etc.), en cultivant toutes les plantes sur lesquelles il voulait expérimenter, à la même exposition, dans le même terrain, de manière, en un mot, que les conditions extérieures fussent identiques pour toutes.

Les espèces à feuilles épaisses, telles que le *Seseli montanum*, les *Peucedanum Ostrutium*, *Oreoselinum* et *parisiense*, l'*Eryngium planum* ont toujours transpiré moins que les espèces à feuilles minces, comme l'*Angelica silvestris*, le *Conium maculatum*, les *Bupleurum longifolium* et *falcatum*.

Pour la respiration, au contraire, ce sont, comme on est en droit de s'y attendre, les feuilles épaisses qui émettent plus d'acide carbonique que les feuilles minces, pour une même unité de surface.

Quant à l'assimilation, elle est d'autant plus forte que les assises en

(1) L. Géneau de Lamarlière : *Sur l'assimilation spécifique dans les Ombellifères*. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, juillet 1891). — *Recherches physiologiques sur les Ombellifères* (thèse pour le doctorat ès-sciences, 2e mémoire, 1893).

palissade sont plus nombreuses. Toutes les conditions extérieures étant les mêmes, les feuilles de *Seseli* et de *Fœniculum* décomposent par suite, en un temps donné, une quantité d'acide carbonique deux ou trois fois plus grande que les feuilles d'*Angelica silvestris* ou d'*Heracleum*.

Comme, en général, les feuilles très découpées ont des assises en palissade plus nombreuses que les feuilles entières ou peu découpées, elles doivent assimiler d'ordinaire beaucoup plus que ces dernières, à surface égale. C'est en effet ce que démontre l'expérience directe.

Le grand développement des cellules en palissade favorise donc l'assimilation, et c'est parce que ces cellules y sont très nombreuses que les feuilles qui ont poussé à la lumière assimilent plus que les feuilles formées à l'ombre. Ceci admis, il est assez curieux maintenant de constater que, d'autre part, c'est le phénomène même de l'assimilation qui a provoqué, à l'origine, le grand développement du tissu palissadique, chez les feuilles exposées au soleil. Cela du moins semble résulter des expériences de M. Montemartini (1).

On sait que l'intensité de la fonction assimilatrice varie beaucoup suivant la quantité d'acide carbonique du milieu. Or, M. Montemartini, étudiant quelle influence peut avoir sur la structure de la feuille la proportion de ce gaz contenue dans l'atmosphère, a remarqué qu'en général le tissu en palissade est d'autant plus épais et ses cellules plus serrées que cette proportion se rapproche davantage de l'optimum. Il en est ainsi chez les trois espèces que l'auteur a étudiées : le *Tropæolum majus*, le *Spinacia oleracea* et le *Pisum sativum*.

Le plus ou moins grand nombre des cellules palissadiques de la feuille dépendrait donc de l'intensité ordinaire de l'assimilation ; ce serait alors vraisemblablement en accélérant cette dernière fonction que le soleil augmenterait la formation du tissu assimilateur.

Il se trouve, par là, démontré une fois de plus comment, dans la nature, tous les phénomènes se relient étroitement entre eux, exerçant les uns sur les autres des actions réciproques.

Les conditions favorables à l'assimilation amènent un grand développement des cellules palissadiques ; et ce grand développement, à son tour, met la plante en état d'exercer une décomposition plus énergique de l'acide carbonique de l'air.

Toutes les plantes que nous avons considérées jusqu'alors ont, avec l'atmosphère qui les entoure, des échanges gazeux relativement simples et constamment les mêmes ; à l'obscurité, elles rejettent de l'acide carbonique, et, à la lumière, sauf dans le cas de températures excessives, voisines de 30°, la superposition des deux phénomènes, respiration et

(1) Luigi Montemartini : *Sull' influenza di atmosfere ricche di biossido di carbono sopra lo sviluppo e la struttura della foglie.* (Atti del istituto botanico dell' universita di Pavia. Déc. 1892).

assimilation, se traduit toujours, en définitive, par une diminution de l'acide carbonique de l'air et par une augmentation à peu près correspondante d'oxygène.

Plus complexes et surtout beaucoup moins réguliers sont les échanges gazeux des plantes grasses, sur lesquelles M. AUBERT (1) nous apporte une étude détaillée, faite avec grand soin.

Déjà, il y a une quinzaine d'années, M. Mayer avait remarqué que certaines Crassulacées, exposées à la lumière, dégagent de l'oxygène dans une atmosphère complètement dépourvue d'acide carbonique.

En examinant de plus près ce phénomène qu'on n'observe jamais chez les espèces non charnues, M. Aubert a reconnu qu'il est commun à toutes les plantes grasses, et qu'il se manifeste toutes les fois que ces plantes sont exposées, soit à une basse température par une lumière diffuse faible, soit à une température moyenne par une lumière diffuse vive, soit enfin à une température élevée par un soleil ardent.

De plus, M. Aubert a pu constater, et même assez fréquemment en certaines circonstances, un dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique à la lumière.

Ce double dégagement, absolument exceptionnel chez les plantes ordinaires, où il ne se produit que transitoirement, pendant un temps très court, vers le début ou la fin du jour, se fait d'une façon continue chez les espèces charnues : 1° quand la température est voisine de celle des régions équatoriales, l'éclairement étant de moyenne intensité ; 2° quand la température est peu élevée, mais la lumière très faible.

A l'obscurité, les plantes grasses, d'autre part, diffèrent des plantes ordinaires en ce que le rapport de l'acide carbonique dégagé à l'oxygène absorbé varie avec la température.

Toujours très voisin de l'unité, ou égal à 1 chez les végétaux ordinaires, ce rapport en est plus ou moins éloigné chez les espèces charnues ; il ne s'en rapproche que lorsque la température est très élevée.

Toutes ces particularités physiologiques offertes par les Cactées et les Crassulacées s'expliquent par la présence des acides organiques que toutes ces plantes renferment, et dont la proportion varie avec chaque heure du jour et de la nuit.

En général, l'obscurité favorise, dans les tissus des plantes grasses, l'accumulation d'acides organiques ; la lumière ou une forte température provoquent au contraire la décomposition de ces acides.

Ceci connu, il devient assez facile d'interpréter les faits précédents. Pendant les premières heures de leur séjour à l'obscurité, les plantes

(1) E. Aubert : *Note sur le dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique chez les Cactées* (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, mars 1891). *Note sur un phénomène physiologique qu'on observe dans les échanges gazeux chez certaines plantes grasses* (Mémoires de la Société de Biologie, avril 1891). *Respiration et assimilation comparées chez les plantes grasses et les végétaux ordinaires* (Revue générale de Botanique, 1892).

grasses fabriquent de l'acide malique. Or, dans un autre mémoire que nous examinerons plus loin, M. Aubert a montré que la formation de cet acide, sans agir sur la proportion d'oxygène absorbé, est accompagnée d'une diminution du volume d'acide carbonique dégagé. On comprend dès lors l'abaissement du rapport $\frac{CO^2}{O}$. Mais qu'une cause particulière comme la température entraîne maintenant la destruction de l'acide malique ou s'oppose à sa production, l'acide carbonique ne sera plus retenu, et la quantité exhalée augmentera ; le rapport $\frac{CO^2}{O}$ devra se rapprocher de l'unité. L'élévation de la température provoque donc le dégagement d'acide carbonique aux dépens de l'acide malique.

Ces acides organiques, en se décomposant, rejettent aussi de l'oxygène : c'est là, d'autre part, l'origine du dégagement de ce gaz qu'on observe quelquefois à la lumière dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique.

Enfin le rejet simultané d'acide carbonique et d'oxygène a sa cause à la fois dans la décomposition des acides et dans la structure de la plante.

Au point de vue anatomique, les Cactées présentent, sur des coupes transversales, deux sortes de parenchymes : l'un profond, incolore ; l'autre superficiel, pourvu de chlorophylle. Ce dernier seul est capable d'assimiler à la lumière, et tous deux respirent à la lumière comme à l'obscurité.

Or, si la température est élevée et la lumière d'intensité moyenne, l'activité respiratoire de la plante tout entière est très grande ; d'où dégagement d'une assez forte proportion d'acide carbonique que le tissu superficiel peut ne pas décomposer entièrement, l'intensité de la lumière étant insuffisante. Fait analogue doit évidemment avoir lieu si la température est moyenne et la lumière très faible. Bien qu'en effet les échanges gazeux dus à la respiration ne soient plus ici exagérés, cependant l'intensité de la lumière est trop faible pour décomposer encore l'acide carbonique formé par la plante.

Dans les deux cas, ce dernier gaz se dégage donc en même temps que l'oxygène, qui, provenant à la fois de l'assimilation et de la décomposition de l'acide malique, est produit en trop grande quantité pour que la respiration, malgré son énergie absolue ou relative, le consomme entièrement.

Si l'oxygène libre vient à manquer dans le milieu où vit une plante, nous savons que la respiration normale est remplacée par ce qu'on appelle quelquefois la respiration intramoléculaire ; nous avons déjà, à ce propos, analysé, dans une précédente revue, un travail de M. Stich. Voici aujourd'hui quelques observations de M. Detmer (1) qui, sur plusieurs points, complètent les premières données.

(1) W. Detmer : *Untersuchungen über intramoleculare Athmung der Pflanzen* (Berichte der deuts. bot. Gesellschaft. 1892).

M. Detmer a surtout comparé les variations de la respiration normale et celles de la respiration intramoléculaire, à différents degrés de température.

La respiration intramoléculaire a été déterminée sur des plantes placées dans une atmosphère d'hydrogène.

L'auteur formule, ainsi qu'il suit, les résultats obtenus :

La respiration intramoléculaire est, comme la respiration normale, déjà très sensible à 0°.

La quantité d'acide carbonique produite par ce mode de respiration croît avec la température. La courbe toutefois est un peu différente de celle que donne le phénomène normal.

Dans les plantules de Lupin et de Blé, l'optimum de température, pour la respiration intramoléculaire, comme pour la respiration ordinaire (1) correspond environ à 40°.

Au-delà de cette limite, les plantes citées peuvent encore, jusqu'à 45°, avoir une respiration normale sans que les cellules soient tuées, mais la respiration intramoléculaire est très rapidement affaiblie.

Le rapport $\frac{I}{N}$ de la respiration intramoléculaire à la respiration normale varie avec le degré de température et avec l'âge ; dans tous les cas, toutefois, il reste inférieur à l'unité.

D'après M. Lauren (2), l'addition d'une petite quantité d'éther à l'atmosphère d'hydrogène dans laquelle sont placés des Lupins et des Pois, par exemple, a pour effet d'accélérer la respiration intramoléculaire de ces plantes.

Il en est de même souvent pour la respiration normale. Tant que la proportion d'éther dans l'air confiné ne dépasse pas une certaine limite, beaucoup de plantes respirent plus activement qu'à l'air libre. Cette proportion maxima, à partir de laquelle seulement le dégagement d'acide carbonique diminue, est de 4 °/₀ pour le Concombre, 20 °/₀ pour le Haricot nain, 30 °/₀ pour le Pois, 34 °/₀ pour le Ricin, 40 °/₀ pour le Lupin.

Il est cependant certaines espèces avec lesquelles on ne constate jamais, quelle que soit la dose d'anesthétique, une accélération semblable du phénomène respiratoire ; il y a plutôt, dès le début, ralentissement. Tels le Maïs, l'Orge, le Chou-Rave.

Ainsi peut-être peuvent se trouver conciliées l'opinion de Cl. Bernard,

(1) Nous avons déjà, dans la revue précédente, fait des réserves au sujet de cet optimum de température qu'admet M. Detmer pour la respiration normale. Nous avons rappelé que, comme l'ont montré MM. Bonnier et Mangin, il n'est pas dû a un affaiblissement du phénomène respiratoire considéré en lui-même ; il est plutôt le résultat d'un état pathologique de la plante, soumise à une trop forte chaleur.

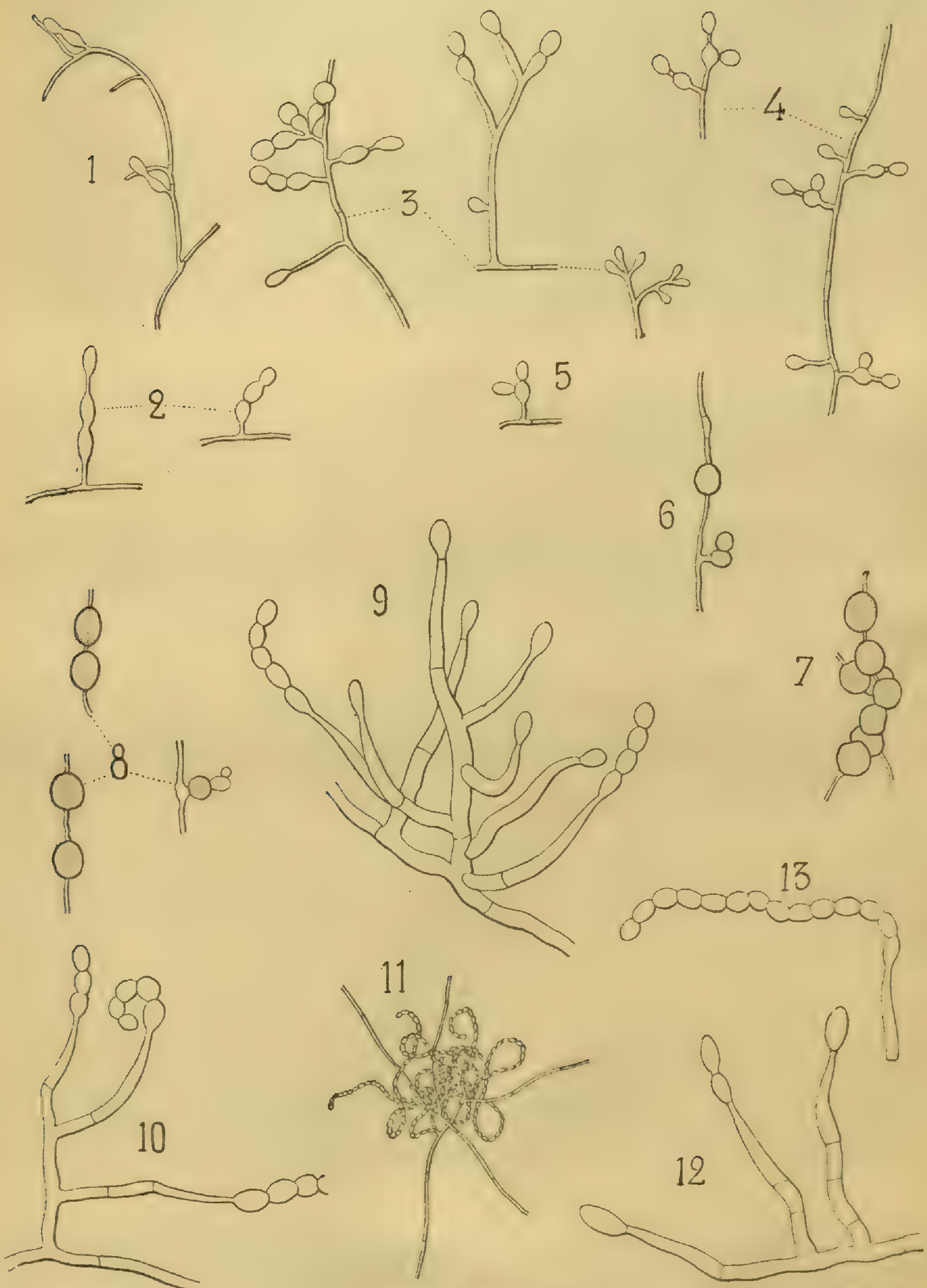
(2) W. Lauren : *Ueber die Einwirkung der Aetherdampfe auf die Athmung der Keimpflanzen* (Akad. Dissertation. Helsingfors. 1891).

qui n'admettait aucune influence de l'éther ou du chloroforme sur la respiration, et celle, plus récente, de M. Elfving, qui soutient au contraire que les anesthésiques exercent sur le phénomène une action accélératrice.

La théorie de M. Elfving semble confirmée pour la majeure partie des plantes ; mais, il y a toutefois des espèces qui se comportent comme l'avait constaté Claude Bernard. L'erreur résiderait alors, de part et d'autre, comme cela arrive si souvent, dans une généralisation trop rapide.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.



Auct. del. *Imp. Le Bigot.* *Vitou sc.*

Le Vert de gris (Myceliohpthora lutea) *et le Plâtre* (Monilia fimicola).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue*.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : L'*Abies numidica.* — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon); sur les Champignons (Costantin) relatifs aux méthodes de technique (Dufour); sur les Lichens (Hue); sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILIAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genr *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europæum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Réviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Août 1894

N° 68

PARIS
LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES
PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR
52, RUE DES ÉCOLES, 52
EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 AOUT 1894

I. — SUR TROIS ESPÈCES NOUVELLES DE SPHÉRIACÉES, (avec figures dans le texte), par **M. L. Géneau de Lamarlière** 321

II. — ÉTUDE MONOGRAPHIQUE SUR LES *RHIZOCAULON* (avec planches), par **M. le Marquis de Saporta** (*fin*) 324

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 345

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 9. — *Rhizocaulon :* Appareils fructificateurs.
PLANCHE 10. — *Rhizocaulon :* Appareils fructificateurs.
PLANCHE 11. — *Rhizocaulon :* Anatomie de la feuille et fragments divers.
PLANCHE 12. — *Rhizocaulon :* Tiges et feuilles.

Cette livraison renferme en outre huit gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR TROIS ESPÈCES NOUVELLES DE SPHÉRIACÉES

par M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE

J'ai eu l'occasion, pendant mon séjour au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, de rencontrer trois Sphériacées qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été décrites. L'une appartient à un genre nouveau, le genre *Massarinula*, les deux autres aux genres *Pleospora* et *Septoria*.

Voici de ces espèces, une diagnose succincte :

Genre Massarinula G. Laml.

Périthèces minces, globuleux, couverts par l'épiderme, munis d'un ostiole ; asques octospores entourés de paraphyses ; sporidies hyalines, à deux loges, entourées d'une auréole muqueuse.

Ce genre se distingue immédiatement parmi les Sphériacées Hyalodidymées, par ses spores entourées de mucus, il tient dans ce groupe la place qu'occupent les *Massarina* parmi les Hyalophragmiées, les *Massaria* parmi les Phæophragmiées et les *Pleomassaria* parmi les Dictyosporées ; aussi, pour maintenir le parallélisme j'ai cru devoir donner à ce nouveau genre le nom de *Massarinula*.

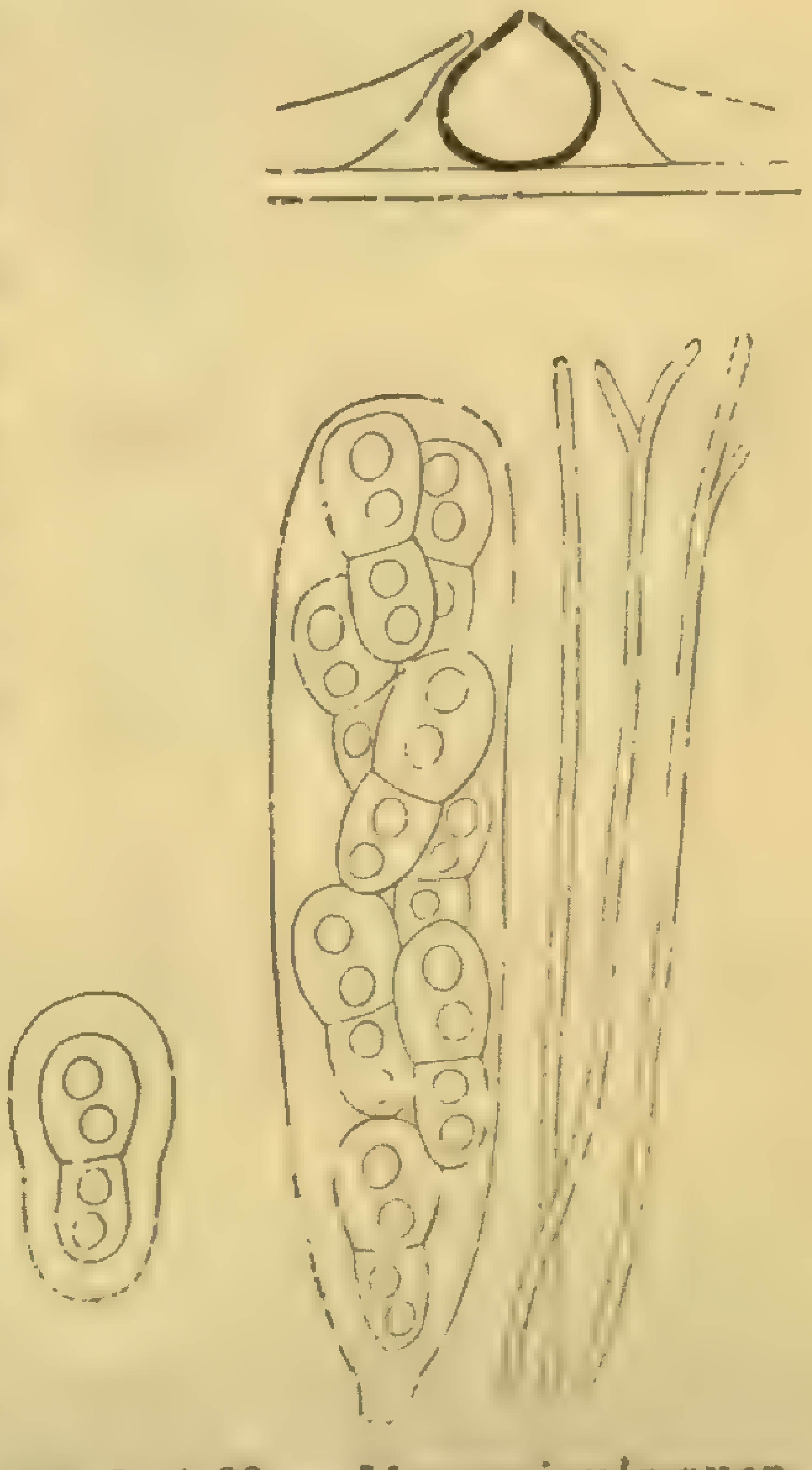


Fig. 3o à 33. — *Massarinula quercina*. Périthèce, asque, paraphyses et spore.

Massarinula quercina G. Laml.

Périthèces isolés (133 sur 140 μ), ou rapprochés par 2 ou 3, apparaissant sous forme de points noirs très petits, enfouis dans l'écorce, et perçant l'épiderme au niveau de l'ostiole qui est à peine saillant ; asques cylindriques,

arrondis à l'extrémité, sessiles, 53 μ sur 13; huit sporidies, sur deux ou trois rangs, munies d'une cloison médiane, à loge supérieure plus grande que l'inférieure, toutes deux arrondies aux extrémités ; loges à deux gouttelettes (rarement une seule). Les sporidies sont hyalines (13 à 15 μ sur 5 à 5,5) et bordées d'une zone muqueuse, large de 2 à 3 μ ; paraphyses filiformes, nombreuses, quelquefois un peu ramifiées au sommet.

Sur les branches mortes du *Quercus pedunculata*, en compagnie du *Diatrypella quercina* Nits, à la Butte à Guay, dans la Forêt de Fontainebleau (21 avril 1894).

Cette espèce se rapproche du *Sphærella melanophora* Speg., mais elle en diffère par la présence des paraphyses et de l'enveloppe muqueuse des spores.

Pleospora Luciæ G. Laml.

Périthèces épars ou plus souvent groupés, serrés, mais non cespiteux, noirs, à texture celluleuse brun clair, globuleux, déprimés à la base, enfouis dans l'écorce, à ostiole à peine en papille, perçant l'épiderme; asques cylindriques, arrondis à l'extrémité, amincis à la base en pédicelle très court, à insertion un peu oblique, 125 à 138 μ sur 11 à 12 ; paraphyses filiformes ; huit sporidies (rarement 4) dans chaque périthèce, disposées sur un rang, ovales, arrondies ou obtuses aux extrémités, un peu étranglées à la cloison médiane, à 7 cloisons transversales ; cloisons longitudinales irrégulièrement distribuées, assez nombreuses ; spores jaunes au début, puis olivacé-brun foncé à la maturité, 17 à 21 μ sur 8.

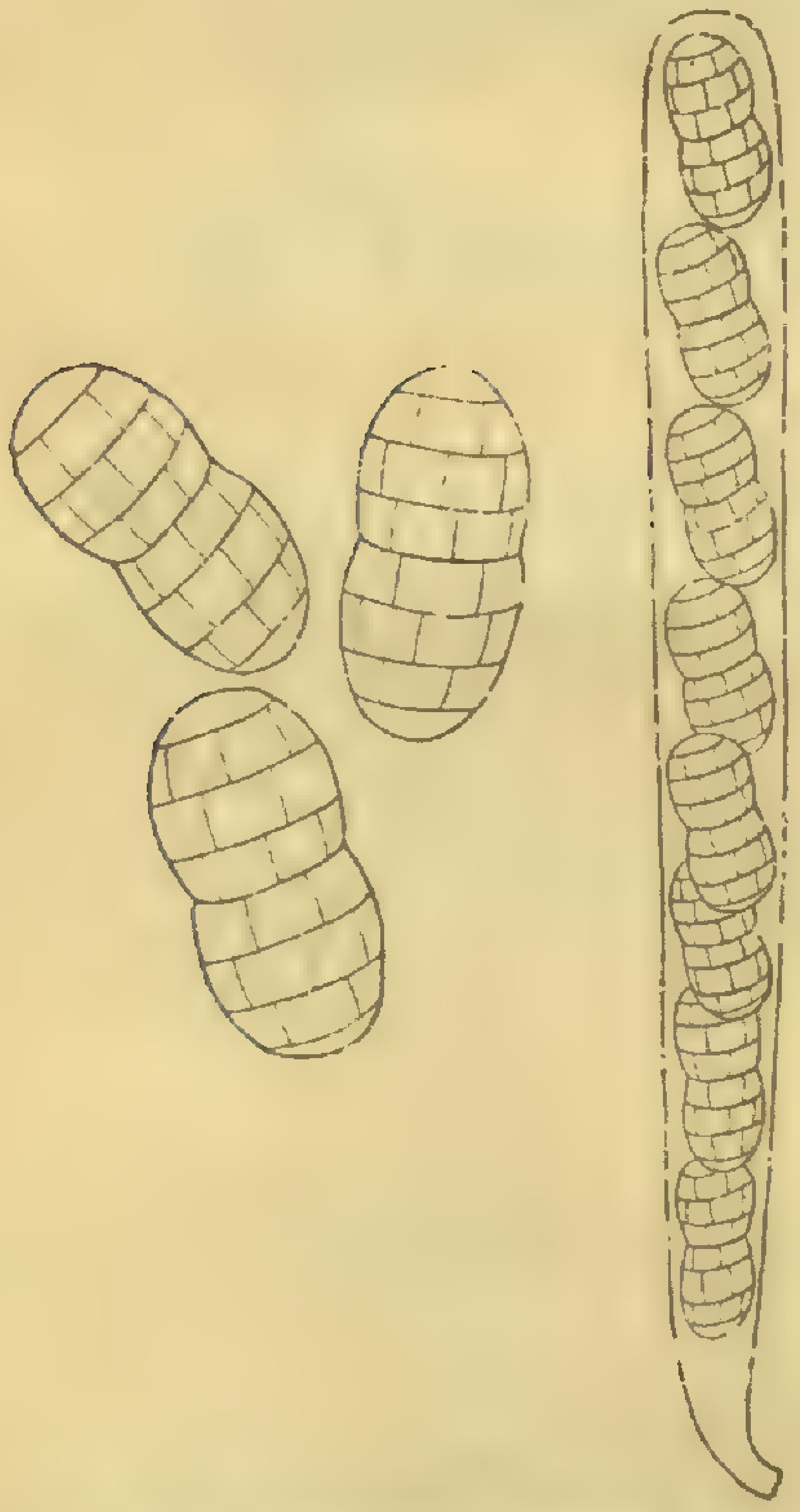


Fig. 34 et 35.— *Pleospora Luciæ*. Asque et spores.

Sur les rameaux desséchés du *Sarothamnus scoparius*, le long de la Route de la Reine, dans la Forêt de Fontainebleau (28 mai 1894).

J'ai dédié cette espèce à Mme Lucy Chéron, qui l'a signalée à mon attention.

Cette espèce se rapproche du *Pleospora Cytisi* Fuck, Symb. 132; mais elle en diffère par ses périthèces groupés, serrés, par ses asques et ses spores au moins d'un tiers plus petits, et la couleur olivacé foncé de ces dernières. La plante nourricière est d'ailleurs différente, le *P. Cytisi* n'étant signalé que sur le *Cytisus* (Genista) *sagittalis*.

Septoria bupleurina G. Laml.

Taches noires au centre, devenant gris brun foncé à la fin, arrondies ou irrégulières, anguleuses quand elles sont grandes et bordées par les nervures ; autour de la portion noire une zone étroite, verte ou vert jaunâtre, nettement limitée et une autre beaucoup plus large, pourpre brunâtre, sans limites nettes vers l'extérieur ; périthèces petits (100 μ), ponctiformes, groupés, assez nombreux, munis d'un ostiole large, brun clair par transparence (sous un fort grossissement) et à bordure noire autour de l'ostiole ; environ 100 μ de diamètre ; spores filiformes, hyalines, sans cloisons ni gouttelettes, obtuses ou arrondies aux deux extrémités, 32 à 43 μ sur 2,2.

Fig. 36 et 37. — *Septoria bupleurina*. Feuille de *Bupleurum longifolium* montrant les taches causées par le champignon ; à droite, les spores du *Septoria*.

Sur les feuilles vivantes du *Bupleurum longifolium* cultivé au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau (4 juin 1894).

Cette espèce diffère du *Septoria bupleuricola* Sacc. par ses spores qui sont un tiers plus longues, et par la couleur des taches qu'elle produit. Le *Septoria bupleuricola* est d'ailleurs une espèce sibérienne, qu'on n'a trouvée encore que sur le *Bupleurum aureum*.

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE

SUR LES *RHIZOCAULON*

par le **Marquis de SAPORTA** (*fin*).

Voyons à notre tour, maintenant, si l'examen des divers organes des *Rhizaucaulon*, considérés au double point de vue de leur structure intime et de leur aspect morphologique, pourrait nous fournir quelques notions applicables à la définition du groupe vis-à-vis de ceux qui, sous nos yeux, font encore partie de l'ordre actuel.

Il est certain d'abord que les tiges noduleuses et ascendantes, réunies en touffes serrées des *Rhizaucaulon* n'étaient pas fistuleuses comme celles des Graminées, ni même pourvues d'une cavité centrale ; ces tiges, fermes et résistantes à l'extérieur, présentaient à l'intérieur une région médullaire, dont le tissu formé de cellules plus ou moins minces, remplit uniformément l'intervalle qui sépare l'un de l'autre les faisceaux libéro-ligneux ; ceux-ci (pl. 8, fig. 5), très nombreux, sont cernés, chacun, par l'anneau protecteur qui les entoure et que distingue la couleur foncée des éléments assez fortement scléreux dont il est constitué. Schumann a insisté avec raison (1), sur la destruction fréquente, soit partielle, soit totale, de la substance intérieure ou partie médullaire qui, dans les échantillons convertis en silice, fait souvent place à une cavité plus ou moins étendue, occupée par la matière minérale amorphe. Cette cavité se trouve alors circonscrite par une zone correspondant à l'étui ou enveloppe extérieure « d'une consistance manifestement plus ferme et d'une rigidité visible, puisqu'elle est fréquemment brisée, comme si un cylindre de nature scarieuse eût été écrasé », ajoute Schumann.

Les tiges des *Rhizocaulon* étaient donc résistantes à l'extérieur, plus ou moins tendres à l'intérieur, et plus particulièrement vers le centre. C'est ce que nous avons déjà présumé, en conjecturant

(1) *L. c.*, p. 244.

que ces parties moelleuses avaient été recherchées par les animaux qui auraient ensuite rejeté les parties dures et résistantes, constituant l'étui extérieur.

Bien que, chez les *Rhizocaulon*, tout nous engage à reconnaître des végétaux amis des eaux et plus ou moins palustres, il ne s'en suit pas que leurs tiges, pas plus que leurs racines, aient été destinées à vivre plongées dans l'eau, ni adaptées à un milieu exclusivement aquatique, ainsi que Schumann semble disposé à l'admettre (1). Il n'est pas même possible, et ce que nous allons voir nous confirmera dans cette pensée, par la seule considération des tiges, d'assigner à ces plantes une place déterminée parmi les Cypéracées, pas plus que dans tout autre groupe de Monocotylées croissant au bord des eaux ou dans leur voisinage immédiat.

Il semblerait, à première vue, que l'étude de la particularité organique la plus saillante, de celle à laquelle les *Rhizaucaulon* ont emprunté leur nom, dût fournir les éléments d'une solution du problème de leur affinité ; nous voulons parler de leurs racines caulinaires. De toutes les parties de l'ancienne plante qu'il nous a été donné d'observer, les racines sont effectivement celles dont la structure intime, de même que la morphologie extérieure nous sont les mieux connues. Il résulte des détails de structure anatomique, dans lesquels nous sommes entré plus haut, que ces racines, sur une coupe transversale offrent les caractères suivants : un étui sous-épidermique résistant, puis un parenchyme cortical largement développé, creusé de lacunes séparées par des zones cellulaires à parois divisoires minces, aboutissant à une zone corticale interne ou péricycle, formé de plusieurs rangées concentriques de cellules à parois denses et étroitement appliquées l'une contre l'autre ; plus à l'intérieur, le cylindre central, occupé vers la périphérie par une rangée de faisceaux vasculaires, alternant avec des éléments libériens, ceux-ci rapprochés de l'endoderme et distribués en groupes peu apparents, tandis que les faisceaux ou agglomérations vasculaires sont disposés de façon à ce que les plus gros vaisseaux soient intérieurs par rapport aux plus petits groupés en avant de ceux-ci et séparés les uns des autres par du tissu conjonctif. Ce même conjonctif, visiblement lignifié, occupe exclusivement la région centrale du cylindre, toujours dépourvue

(1) L. C., p. 273

de vaisseaux épars. — Enfin, ce qui distingue ces racines, concurremment avec les caractères qui viennent d'être énumérés, c'est la présence des poils absorbants ou poils radicaux, très nombreux et très développés, sur toute la périphérie de la région pilifère, atteignant parfois des dimensions surprenantes en longueur et donnant lieu parfois aussi après leur chute, à des vestiges ou cicatrices d'insertion à la surface périphérique des anciens organes.

Quelle signification attacher à un pareil ensemble de caractères associés ? Pour tâcher de le savoir, nous avons interrogé plusieurs travaux récents, ayant justement pour objet l'étude de la façon dont se comportent les racines souterraines, aquatiques ou aériennes, au contact des divers milieux, et les modifications de structure qui en sont le résultat. — Parmi ces travaux, le premier en date, par M. E. Mer, intitulé : *Des modifications de structure et de forme qu'éprouvent les racines suivant les milieux où elles végètent*, a été communiqué par l'auteur à la session de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenue à Reims en 1880 ; il faut y joindre une note du même savant : *De la constitution et des fonctions des poils radicaux* (1) et ne pas en séparer un mémoire du Dr Frank Schwarz, professeur à Tubingen, sur les « Poils radicaux » (2). Signalons encore le mémoire de M. F. Costantin : *Recherches sur l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des racines* (3), qui date de 1885 ; et enfin une note de M. Devaux : *Sur l'action de la lumière sur les racines* (4) ; sans oublier les indications précieuses et les préparations dont nous sommes redevables à l'obligeance de M. Gaston Bonnier. D'une façon générale, selon M. Mer, le contact direct de l'eau ou encore d'un terreau très humide, en favorisant la croissance et la rapide extension du corps de la racine, aurait pour effet de rendre les poils plus courts ou même de les réduire à un état rudimentaire, tout en arrêtant ou diminuant la production des radicelles.

Ainsi, plus la racine aurait d'eau à sa disposition, plus aussi elle tendrait à se développer avec activité ou même à s'allonger déme-

(1) Voy. *Compte-rendu de la 9e session de l'Ass. fr. p. l'av. des Sc.*, p. 688-704.
(2) *Die Wurzelhaare der Pflanzen. Ein Beitr. Z. Biologie un Physiologie dieser Organe*, v. Dr Frank Schwarz.
(3) *Ann. Sc. nat. VIIe Série. Bot.*, Tome I, p. 135.
(4) *Bull. de la Soc. bot. de France*, T. XXXV, 2e *Série*, 1880, t. X, p. 305.

surément ; tandis que, par contre, le défaut d'humidité aurait pour résultat nécessaire le ralentissement de cette croissance. Il suffirait même de la rencontre d'un obstacle ou simplement de la traversée du sol pour arrêter l'allongement direct et provoquer en revanche l'apparition des radicelles. Il en résulte que la production des radicelles se trouverait en rapport avec le ralentissement de croissance du corps principal, que ce ralentissement tienne d'ailleurs à l'insuffisance d'eau où qu'il dépende d'obstacles mécaniques à franchir. En ce qui touche aux poils radicaux plus rares, plus minces et plus courts sur les racines plongées dans l'eau, ils se montreraient plus abondants, plus sinueux et plus rapprochés de l'extrémité radiculaire sur les racines en contact avec un terreau à la fois meuble et frais ; toutefois, c'est dans l'air humide, d'après M. Mer, que « ces organes reçoivent leur plus grand développement, tandis que dans un terreau très frais, ils deviennent plus courts et plus rares même que dans l'eau, où ils restent parfois rudimentaires (1). Selon M. E. Mer, Persecke (2) affirme que ces poils condensent et absorbent de la vapeur d'eau; mais le premier de ces savants ne partage pas cette opinion, et, de plus, il aurait observé que sur les racines, à mesure qu'elles changeaient de milieu,les poils ayant cru dans un de ces milieux tombaient promptement, tandis qu'il s'en produisait de nouveaux dus à l'influence de cet autre milieu, avec des variations et des tempéraments au moyen desquels certains de ces poils achèvent parfois, une fois exposés à l'air humide, le développement commencé dans l'eau.

Les recherches de M. Schwarz postérieures aux études de Persecke et de E. Mer, sans que les conclusions auxquelles arrive le premier s'écartent beaucoup de celles du second, tendent pourtant à les éclaircir et à les préciser. Pour Schwarz, les poils radicaux sont surtout destinés à faciliter l'absorption là où elle est possible sans être surabondante, ainsi que cela a lieu par le contact immédiat de l'eau. De là, sans doute, à ses yeux, la raison d'être de la rareté relative, parfois même de l'absence des poils radicaux à la superficie des racines plongées dans l'eau ou en rapport direct avec ce liquide. Pour celles-ci, surabondamment

(1) *Compte-rendu de la Session de Reims*, p. 691.
(2) *Ueb. d. Formveränd d. Wurzel in Erd. und Wasser*, Leipzig, 1877.

pourvues des éléments nourriciers que l'eau tient à leur disposition, les poils radicaux ne seraient que d'une utilité secondaire. Au contraire, dans l'air humide ou au contact d'un sol à la fois perméable et frais, l'opération devenant plus complexe, la production des poils radicaux viendrait accroître, avec l'étendue des surfaces, la rapidité des moyens d'absorption des éléments nutritifs, que l'humidité met à la portée de l'appareil radiculaire, et dont la multiplication des poils faciliterait singulièrement l'intussusception. Par là s'expliquerait et l'accroissement du corps radiculaire dans l'eau en l'absence ou avec la rareté des poils radicaux, et la multiplication de ceux-ci, ainsi que leur allongement sur les racines exposées à l'air humide, leur développement se trouvant en rapport avec une atténuation de croissance du corps principal. Par contre, sous l'influence de la sécheresse, les poils radicaux ne se développent pas ou dans de faibles proportions, mais alors par suite d'un affaiblissement général de croissance de l'appareil radiculaire. — Ainsi, soit excès d'imbibition et surabondance de nutrition, d'une part, c'est-à-dire lorsqu'elle est tout-à-fait aquatique, soit atrophie et faiblesse, lorsqu'elle est aux prises avec une sécheresse absolue, la racine, dépourvue de poils absorbants dans l'un ou l'autre de ces cas extrêmes, donnerait naissance, au contraire, à ces sortes de poils, sous l'influence de l'humidité, soit exposée à l'air, soit au contact d'un sol divisé et perméable. Elle les produirait d'autant plus nombreux et plus longs que cette humidité serait plus intense et que la croissance devenant plus active la prédisposerait à multiplier, avec ces poils, l'étendue des surfaces d'absorption. Comme le dit M. Schwarz, si l'on ne saurait établir une corrélation absolue entre l'activité de croissance de l'appareil radiculaire et la production même des poils radicaux, celle-ci ne constituant pas un facteur placé en première ligne, cette production cependant, en tant qu'elle est de nature à activer l'intussusception, relève de l'humidité et doit à celle-ci le maximum d'intensité auquel il lui soit donné d'atteindre. Pour ce qui est de la plus grande longueur des poils radicaux, elle est sujette à une foule de variations, selon M. Schwarz. En dehors de ceux des Muscinées dont le développement n'a, pour ainsi dire, pas de limites, en s'attachant à ceux des Phanérogames, signalés par l'auteur allemand, les plus longs mesureraient de 4 à 8 millimètres, dans l'eau, et 2 à 3 millimètres, à l'air humide, pro-

portion très inférieure à celle des filaments radiculaires des *Rhizocaulon*, qui mesurent 9 à 10-12 millimètres et jusqu'à 2 centimètres et plus, en s'attachant aux plus longs. Il y aurait donc là, en dehors de tout le reste, un caractère spécial, distinguant les *Rhizocaulon* de la plupart des types actuels, si l'on prend en considération la longueur relative des poils radicaux (1).

Par ce qui précède, on voit qu'il est déjà possible d'appliquer à la signification des racines de *Rhizocaulon* les notions fournies par les recherches de M. E. Mer, complétées par celles de Schwarz. Ces racines, nos figures (pl. 7, fig. 7 et 8, fig. 1-5) le prouvent surabondamment, sont à la fois pauvres en subdivisions radicellaires et pourvues de poils radicaux multipliés et remarquablement allongés. Elles ont dû croître plus ou moins vite, ne donner lieu qu'accidentellement à des radicelles et se couvrir de poils dans les conditions les plus favorables à la production de ces organes, jusqu'à un point rapproché de l'extrémité radiculaire. Il est donc probable que nous avons sous les yeux des racines aériennes, mais ayant végété dans un air très humide, au voisinage immédiat de l'élément liquide, dont l'influence aura favorisé leur accroissement, sinon au contact même de l'eau, destinées enfin à être fréquemment en rapport direct avec celle-ci.

Les considérations de M. J. Costantin sur l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des racines viennent appuyer nos conclusions, en confirmant tout d'abord l'assertion relative aux poils radicaux et à leur plus grand développement à l'air humide ; mais ces considérations portent plus particulièrement sur les variations de structure anatomique qu'entraîne,pour les racines aériennes,aquatiques ou souterraines, comparées entre elles, l'influence du milieu, et par une étude ainsi conçue, nous devons obtenir des notions applicables à la définition du milieu auquel les racines de *Rhizocaulon* étaient adaptées. — M. Costantin, dans ses conclusions générales, établit que par l'effet du séjour à l'air des racines, le volume de l'écorce diminue, tandis que l'étendue proportionnelle du cylindre central ou région de la moelle augmente, au contraire, et qu'il se

(1) Il résulte de l'étude de M. Devaux *Sur l'action de la lumière sur les racines croissant dans l'eau*, que par suite de cette action, la croissance de la racine se trouve ralentie et qu'alors les poils deviennent abondants, en conformité avec ce qui a lieu pour les racines exposées à l'air humide.

fait un accroissement de tout le système fibreux, tant cortical que central. Un endurcissement plus ou moins prononcé des cellules de l'endoderme constitue un étui ferme et continu autour du cylindre central ; enfin, il se produit une élévation du nombre des éléments vasculaires lignifiés. Dans l'eau, au contraire, les lacunes croissent en volume et en nombre, au sein de la région corticale et l'étendue de celle-ci augmente aux dépens du cylindre central proportionnellement, le parenchyme à minces parois cellulaires tendant à remplacer plus ou moins les parties denses et lignifiées et le système fibro-vasculaire. S'il en est ainsi, et bien que de pareilles conclusions n'aient rien par elles-mêmes d'absolument tranché, il est curieux, en se rapportant à ce que nous disons plus haut des caractères de structure propres aux racines de *Rhizocaulon* de saisir en elles, à côté même des traits qui autorisent à les ranger parmi les aériennes, d'autres détails de structure, associés aux premiers, et qui les rapprochent des racines aquatiques. Effectivement, l'anneau sous-épidermique résistant, la zone de renforcement qui entoure l'endoderme, la lignification des cellules allongées de la région centrale et de celles mêmes qui cernent et séparent les éléments vasculaires concordent si bien, chez les *Rhizocaulon*, avec les indications de M. Costantin, qu'il est difficile en tenant compte aussi de la longueur et de l'abondance des poils, de ne pas considérer leurs racines comme ayant appartenu à la catégorie des aériennes. D'autre part, cependant, si l'on a égard à l'étendue relative des lacunes de la région corticale, on se trouve ramené vers les aquatiques ; de telle sorte qu'en face de cette double tendance, il est rationnel de conclure à la présence d'organes influencés, dans une certaine mesure, par les deux milieux, adaptés à la fois à la vie aérienne et au contact éventuel de l'eau. Les racines des *Rhizocaulon*, comme les plantes mêmes qu'elles accompagnaient, auraient vécu ainsi, exposées à un air très humide et dans le voisinage immédiat de l'élément aquatique qui aurait pu les atteindre et les baigner en activant leur développement, arrêtant celui des radicelles et favorisant l'émission et l'allongement des poils absorbants.

Nous avions pensé qu'un rapprochement de ces mêmes racines, au point de vue de leur structure avec les racines aériennes des *Pandanus* fournirait peut-être des éclaircissements de plus sur leur affinité et leur adaptation présumées. A cet effet, nous avons

obtenu de M. Gaston Bonnier les coupes transversales des racines aériennes de divers *Pandanus* : *Pandanus odoratissimus* L. fil., — *P. furcatus* Roxb., — *P. Pancheri* Brngt., — *P. stenophyllus* Kurz., destinées à servir de terme de comparaison avec les parties correspondantes des organes fossiles. Il est aisé de distinguer deux types dans les racines de ces *Pandanus*, d'après la dimension relative, plus ou moins prononcée, du cylindre central, par rapport à la région corticale périphérique. Les *Pandanus odoratissimus* et *furcatus* ont, en effet, des racines aériennes dans lesquelles la zone corticale se trouve réduite à une bande des plus étroites, équivalant au quart environ du rayon, en coupe transversale, le cylindre central occupant tout le reste.

La prédominance de la région vasculaire, parsemée tout entière de faisceaux ligneux et la présence de nombreux îlots d'éléments fibreux disséminés dans un parenchyme cortical peu étendu et en même temps ferme, concourent visiblement ici à la consolidation du tissu de la racine, destinée à servir de support, en éloignant l'idée d'une assimilation de ces sortes d'organes radiculaires avec ceux des *Rhizocaulon*.

Il n'en est pas de même des racines aériennes du *Pandanus Pancheri*, ni surtout de celles du *P. stenophyllus*, qui dénotent un type assez différent, bien que la disposition des éléments histologiques ne soit pas changée. Notablement plus minces que les précédentes, ces racines présentent un cylindre central, sensiblement réduit par rapport à la région corticale, dont l'étendue relative, beaucoup plus grande, occupe ici les trois quarts au moins du rayon. La distribution des faisceaux vasculaires à travers la région centrale tout entière reste la même, ainsi que la présence des éléments fibreux disséminés dans le parenchyme cortical; mais celui-ci, formé de cellules à parois plus minces et sensiblement plus larges, tend à devenir lacunaire et ces lacunes sont distribuées avec une sorte de régularité sur le pourtour et en dehors du péricycle, plus dense lui-même et constituant une sorte d'étui de renforcement autour de l'endoderme.

Tels sont les points par lesquels les racines aériennes de ces deux espèces de *Pandanus* tendent à se rapprocher de celles des *Rhizocaulon*, sans qu'il en résulte cependant pour celles-ci, à raison de

ce rapprochement, une présomption d'affinité entre les deux types, vivant et fossile, comparés.

Il ressort pourtant de l'examen que nous venons de faire des racines aériennes des *Pandanus* que, sous l'influence d'un milieu déterminé, elles peuvent éprouver des variations de structure assez prononcées pour modifier la consistance des tissus et intervertir la proportion relative des régions corticale et centrale, en atténuant l'importance de l'une par rapport à l'autre. La particularité principale, en dehors de celle qui tient à l'étendue et à la consistance lacunaire du parenchyme cortical, particularité écartant les racines de *Rhizocaulon* de celles des *Pandanus*, consiste surtout, dans l'étendue limitée, chez les premières, des lames vasculaires rayonnantes qui, loin de s'avancer à l'intérieur de la région centrale et de s'y rejoindre, laissent entre elles un large espace, exclusivement occupé par du conjonctif fibrifié. Une disposition semblable reparaît effectivement dans les racines, surtout adventives et aériennes, de beaucoup de Monocotylées, sans cependant constituer, à ce qu'il semble, par elle-même, rien de spécialement caractéristique. M. Van Tieghem, dans son mémoire *Sur la Structure des Aroïdées* (1), mentionne cette structure, à plusieurs reprises, chez les *Alocasia* (2) dans les racines aériennes du *Syngonium auritum* (3), dans celles du *Spathiphyllum lanceofolium*; mais dans plusieurs Aroïdées, les files ou plans vasculaires alternent dans le corps central avec des files cribreuses qui s'avancent à l'intérieur, en se confondant plus ou moins et se réduisant en nombre. Quelques-unes de ces files, toujours entremêlées, atteignent le centre. Une disposition analogue se retrouve dans le corps central de la racine du *Tornelia fragrans* (4). La partie intérieure du cylindre est encore occupée exclusivement de tissu conjonctif dans les *Acorus* (5) et si l'on s'en rapporte aux figures 41 et 45, pl. V du Mémoire de M. L. Olivier *Sur l'appareil tégumentaire des racines*, on observerait dans les racines de l'*Iris germanica* et du *Phalangium humile* une distribution des files vasculaires très analogue à celle que présentent les racines de

(1) *Ann. Sc. Nat.*, 5^{me} *série*, Bot., tome VI, p. 72-210,
(2) P. 102 et 103 et pl. II, fig. 9.
(3) Ibid., p. 111.
(4) Voy. *Ibid.*, pl. VI, fig. 5.
(5) *Ibid.*, p. 175.

Rhizocaulon ; de même que les grandes lacunes rayonnant de la zone corticale interne de celles-ci seraient fidèlement reproduites dans les parties correspondantes du *Typha latifolia* (1). En consultant le travail classique de M. Van Tieghem *Sur la racine* (2), on constate la présence répétée de lames vasculaires courtes, alternant avec les éléments libériens sur le pourtour du cylindre central de la racine, dans beaucoup de Monocotylées, le tissu conjonctif, plus ou moins fibrifié, occupant le centre de la région. Il en est ainsi spécialement des racines adventives de *Sedforthia* (3) dans les Palmiers, de celles du *Cyperus longus* (4), de l'*Agave americana*, bien que chez ces dernières, dont nous tenons plusieurs coupes de M. Gaston Bonnier, les plus gros vaisseaux et les plus intérieurs de chaque file soient plus rapprochés du centre et moins régulièrement distribués que ceux des *Rhizocaulon*. La racine aérienne des *Spironema*, parmi les Commélinées, n'a également que des lames ou files vasculaires fort courtes, terminées par un ou deux vaisseaux plus larges, sur le pourtour intérieur du cylindre central, dont un conjonctif lignifié occupe le milieu. Il en est encore ainsi de l'*Alpinia nutans* (Zingibéracées) et l'on peut ajouter de la racine adventive du *Pontederia crassipes* (5), dont la zone corticale est creusée de grandes lacunes rayonnantes.

Les cloisons séparatrices de celles-ci vont aboutir aux séries radiales de la zone corticale interne, tandis que le cylindre central présente de six à huit faisceaux ou files vasculaires, non confluentes au centre, quelques-unes de ces files ou séries se terminant seules à l'intérieur par un grand vaisseau dont les autres sont dépourvues.

On voit clairement par ce qui précède combien on risquerait de se tromper en cherchant à rattacher, à l'aide seul du plan de structure, de la nature et du mode de distribution des éléments vasculaires de la racine, le type des *Rhizocaulon* à tel ou tel groupe de l'ordre actuel, considéré à ce seul point de vue.

Restent les feuilles, dont la structure est à considérer.

Cette structure se montre clairement sur une coupe transversale

(1) Voy. *L. C.*, pl. III, fig. 25.

(2) *Ann. Sc. nat.*, 5e Série, Bot., tome XIII, *Recherches sur la Symétrie de structure des plantes vasculaires*, I. *La Racine*, p. 30-306.

(3) P. 139.

(4) P. 144.

(5) *L. C.*, pl. VI, fig. 34.

d'autant plus que sauf certaines différences dans les détails relatifs à la distribution des éléments vasculaires, elle est commune aux *Rhizocaulon* et à beaucoup de Monocotylées. M. Schumann, avec raison, assigne à ces feuilles une épaisseur maximum de 6 à 8 dixièmes de millimètre; c'est à peu près l'épaisseur moyenne de celles des *Pandanus Pancheri* Brngt. et *stenophyllus* Kurz, qui sont fermes et résistantes. Il devait en être de même de celles des *Rhizocaulon* qui se distinguent surtout par l'absence de toute côte ou carine médiane, particularité qui détourne d'une assimilation avec les Pandanées. En dehors de cette particularité, le plan de symétrie anatomique des feuilles fossiles et de celles des *Pandanus*, comparées, présente une sensible affinité. Sur une coupe transversale, on observe de part et d'autre une rangée de lacunes égales entre elles et équidistantes, séparées par une cloison intermédiaire, dans laquelle les éléments vasculaires se trouvent inscrits ; appuyés sur l'un et l'autre des deux faces, ces cloisons se rejoignent entre elles au moyen de bandes cellulaires qui longent les bords et concourent à l'encadrement de chaque cavité lacunaire.

Les empreintes de feuilles des *Rhizocaulon*, en montrant à la superficie du limbe des traverses de jonction disposées en forme d'échelons dans l'espace qui sépare les nervures longitudinales, font voir qu'il en était du type fossile comme des feuilles de *Pandanus*, à propos desquelles M. Van Tieghem s'exprime de la façon suivante : « D'un faisceau à l'autre, au niveau de chaque plancher, il existe une branche transversale qui, rampant à la surface de la lame, fait communiquer, à travers la lacune intermédiaire, les gros vaisseaux de deux nervures voisines. » Cette branche de nature fibreuse, qui traverse les lacunes pour servir de jonction entre les faisceaux vasculaires longitudinaux, correspond, chez les *Rhizocaulon*, à chacune des nervilles transversales qui, sur les empreintes de feuilles, courent d'une nervure à l'autre.

Sur une coupe transversale de feuille de *Rhizocaulon*, si nous examinons les murs ou bandes séparatrices des lacunes, en nous attachant aux plus complètes de ces bandes, nous observons, sous l'épiderme et après une certaine étendue de parenchyme, un premier grand vaisseau, le plus souvent entouré d'une bordure de cellules fort nettement délimitées. Ce grand vaisseau est en réalité constitué par la résorption d'éléments cellulaires à membranes

divisoires minces, dont les résidus plus ou moins lacérés persistent assez souvent ou voilent même l'ouverture de la cavité. C'est ce que montrent distinctement certaines de nos figures, pl. 7, fig. 1ª, et fig. 2, dans lesquelles l'ouverture du vaisseau n'est qu'en partie découverte ou demeure même entièrement cachée, le contour seul demeurant visible. Au-dessus de ce premier grand vaisseau (voir la figure 2, pl. 12), toujours en remontant vers la face supérieure de la feuille, se présente normalement un second vaisseau, plus petit, *V'*, mais plus grand pourtant que le suivant. Celui-ci fait partie d'un groupe ou faisceau de vaisseaux associés à des éléments libériens intercalés, dont notre figure fait voir la disposition et qui touche au parenchyme sous-épidermique, formé lui-même de deux ou trois rangées de cellules. Mais il arrive aussi que, dans ce dernier groupe, certains vaisseaux se réunissent, et alors, au lieu de plusieurs vaisseaux associés, comme dans la figure ci-dessus, on n'en observe que deux ou même un seul, pl. 11, fig. 2, égalant presque en dimensions celui qui le précède vers le milieu de la bande. Ces bandes font retour le long des bords, pour servir d'entourage et d'encadrement aux lacunes intermédiaires. Dans cette partie marginale du parenchyme sous-épidermique, M. Schumann a signalé des faisceaux libériens, rapprochés du côté supérieur du limbe (1). Il suppose même qu'à ces faisceaux a pu correspondre une costule ou nerville longitudinale plus fine, intercalaire ; mais les empreintes de feuilles de *Rhizocaulon* ne présentent aucun vestige de ces deux ordres de nervures longitudinales. Celles-ci paraissent toujours égales et reliées entre elles par les traverses de jonction dont il a été question plus haut.

En résumé, les feuilles des *Rhizocaulon*, tout en ayant des rapports visibles de structure anatomique avec celles des *Pandanus*, s'écartaient pourtant de celles-ci par plusieurs détails essentiels, relatifs au mode de distribution des éléments vasculaires, et ces divergences sont assez prononcées pour empêcher de considérer les deux types comme ayant pu faire partie d'un seul et même groupe.

(1) M. Schumann s'exprime ainsi : « Les portions du tissu, situées entre les bandes-supports sont, en général, assez mal conservées ; cependant, les faisceaux libériens sous-épidermiques, appartenant à la face supérieure, sont en tous cas, même lorsque les feuilles ont atteint leur entier développement, clairement discernables, à leur couleur jaunâtre intense ».

Les appareils reproducteurs des *Rhizocaulon*, tels qu'ils se montrentà nous dans les gisements de Saint-Zacharie et tout récemment de Manosque (voir les figures 1-6, pl. 9, et 1-3, pl. 10), non pas avec une entière certitude, mais non cependant sans une vraisemblance d'attribution dont il est difficile de ne pas tenir compte, ces appareils constitués par des épillets disposés le long des axes partiels d'une inflorescence paniculée, chacun d'eux oblong, pédicellé, composé de paillettes ou bractéoles nombreuses, apprimées, étroitement imbriquées et probablement scarieuses, rappellent par l'aspect et la composition, les organes correspondants de certaines Restiacées, particulièrement de celles du Cap ou de l'Australie (*Restio strobilifer* Kunth, Cap., — *R. complanatus* Bieb., Nouvelle-Hollande, — *R. bigeminus* N. ab. Ez., Cap, — *Thamnochortus argenteus* R. Br. Cap, — *Th. scariosus* R. Br., ibid.). Cette ressemblance est particulièrement frappante, si l'on rapproche l'une des inflorescences de Saint-Zacharie, pl. 10, fig. 4, des parties correspondantes du *Restio complanatus* Bieb., à tel point que l'on serait tenté, comme Schumann est disposé à le croire, d'admettre la présence d'un vrai *Restio* fossile si, d'autre part, l'absence de bractées qui sous-tendent les ramuscules et persistent sur les inflorescences des Restiacées, puis la direction toujours ascendante et le nombre généralement élevé des axes de diverses ordres, n'imprimaient aux appareils du type tertiaire un facies spécial qui le distingue de ceux plus ou moins divariqués flexueux des Restiacées, en dénotant plutôt dans les organes fructificateurs présumés des *Rhizocaulon* ceux d'une plante aquatique, au port élancé, aux tiges verticalement érigées et de haute stature.

L'affinité morphologique, qui ne préjuge rien sur la structure même des organes reproducteurs, n'en reste pas moins chez les *Rhizocaulon*, tels que nous les connaissons et eu égard à l'aspect de leurs appareils de fructification, un indice curieux de rapprochement de leur type avec celui des Restiacées de l'hémisphère austral, rapprochement dont nous ne saurions pourtant ni déterminer la nature, ni encore moins saisir ou apprécier le degré.

Les conclusions par lesquelles nous terminerons cette étude ne s'écarteront pas beaucoup de celles que nous avions formulées presque au début de nos recherches. Les *Rhizocaulon*, tels que nous les concevons, non sans doute avec une certitude absolue,

mais du moins avec pleine vraisemblance, c'est-à-dire en ne séparant pas les empreintes de tiges, de feuilles et de radicules éparses, enfin les débris d'inflorescences paniculées, des parties converties en silice, les *Rhizocaulon* nous paraissent avoir présenté, à la fois, des feuilles morphologiquement semblables, par l'aspect et le mode de terminaison du limbe, la nervation et l'absence de côte médiane à celles de plusieurs Ériocaulées, *Pœpalanthus ensifolius* Kunth, Amér. équat., — *Eriocaulon lanceolatum* Miq. Indes or., — *Eriocaulon* sp., Ceylan), comparables aussi par leur structure anatomique à celles des *Pandanus* ; et des inflorescences en épis paniculés, assimilables par l'aspect extérieur à celle de certains Restiacées de la région du Cap.

Il ne résulte cependant pas de ces rapprochements et d'autres encore que l'on pourrait signaler que les *Rhizocaulon* aient été soit des Ériocaulées ou des Restiacées véritables, soit encore des Pandanées encore moins des Aroïdées, en s'attachant à certains détails de structure intime, témoignant de leur affinité avec les deux derniers groupes. De pareils liens n'impliquent pas l'existence d'une parenté réelle : il est plus probable d'admettre, selon nous, que les *Rhizocaulon*, plantes amies des eaux, sans rapport direct avec les Cypéracées, pourvues de racines aériennes adventives, occupant des stations palustres, au bord des plages fréquemment inondées des lacs tertiaires, auront jadis constitué un type spécial, peut-être limité à l'ancienne région provençale, et dont la disparition a pu coïncider avec celle des nappes d'eau douce, envahies après la période aquitanienne par la mer miocène, lorsque cette mer vint s'étendre dans la vallée du Rhône, en pénétrant au cœur d'un pays dont la configuration tout entière fut alors bouleversée.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 5

Anatomie du cylindre central de la racine.

Fig. 1. — Coupe transversale du cylindre central d'une racine de *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., sous un grossissement d'environ 90/1. On distingue, en avançant du dehors vers l'intérieur : 1° La zone corticale interne ou zone de renforcement, formée de cellules quadrilatères en séries rayonnantes, dite péricycle, ensuite l'endoderme ou gaine protectrice du cylindre central à l'intérieur duquel se présentent les faisceaux fibro-vasculaires, chacun d'eux composé de plusieurs vaisseaux, les plus gros formant une rangée intérieure par rapport aux autres, et en alternance avec autant de faisceaux libériens peu visibles, situés dans le voisinage de l'endoderme. Le tissu conjonctif qui sépare les divers vaisseaux et leur sert d'entourage est ici plus ou moins dense, et ce même tissu conjonctif, visiblement fibrifié, occupe à lui seul toute la partie centrale du cylindre.

Fig. 2. — Coupe transversale d'une portion du même cylindre central, sous un plus fort grossissement, 160/1, pour montrer l'exacte distribution des vaisseaux et des faisceaux libériens, ainsi que des éléments du tissu conjonctif qui les entoure, dans la zone limitée extérieurement par l'endoderme et confinant à l'intérieur à la région centrale du cylindre. — En partant du dehors, on distingue : en *E*, l'endoderme dont les cellules touchent à un parenchyme cellulaire à parois plus ou moins minces ; viennent, en *l*, les faisceaux libériens, dont les éléments en partie dissociés sont enclavés par des cellules de bordure plus ou moins scléreuses ; puis, en alternance avec les éléments libériens, les faisceaux vasculaires avec leur bordure de conjonctif, aux cellules plus ou moins épaissies ; les plus larges des vaisseaux, *VV*, forment une rangée intérieure, après laquelle on rencontre les éléments fibrifiés du tissu conjonctif, *cc*, de la région centrale.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une autre portion du même cylindre central ; avec les mêmes lettres, correspondant aux mêmes indications ; même grossissement.

Fig. 4. — Coupe transversale d'un faisceau vasculaire du même cylindre central, figuré isolément, sous un grossissement d'environ 180/1. *VV*, faisceau géminé de grande dimension, avec bordure ou gaine cellulaire ; au dessous, *vv*, groupe de vaisseaux plus petits, séparés par du conjonctif, à cellules plus ou moins scléreuses.

PLANCHE 6

Feuilles intactes ou perforées et radicules éparses de *Rhizocaulon*.

Fig. 1. — Deux fragments de feuilles se rapportant à une portion voisine du sommet, d'après un échantillon de l'oligocène des environs d'Apt,

recueilli le long des bords du Calavon, dans des calcaires marneux stratifiés, grandeur naturelle ; 1ª, détails de la nervation, grossis.

Fig. 2. — Lambeau de feuille, provenant des gypses d'Aix, grandeur naturelle.

Fig. 3. — Sommité de feuille, détachée, provenant des gypses d'Aix, grandeur naturelle ; 3ª, détails de la nervation, grossis.

Fig. 4. — Lambeau de feuille ; même provenance, grandeur naturelle ; 4ª, détails de la nervation du même lambeau, grossis.

Fig. 5. — Lambeau de feuille, irrégulièrement découpé, dont le limbe présente cinq perforations provenant du passage d'autant de radicules, d'après un échantillon du gisement d'Aix, grandeur naturelle ; 5ª, portion du même échantillon, assez faiblement grossie ; 5ᵇ, une des perforations, plus fortement grossie (5/1), pour montrer son aspect et les détails de la nervation.

Fig. 6. — Lambeau de feuille, en *a*, plus ou moins rapproché de la terminaison supérieure et irrégulièrement découpé, avec les traces de quatre perforations ; en *b* et en *c*, deux radicules munies de filaments ; d'après un échantillon provenant du gisement aquitanien de Bonnieux, grandeur naturelle. — 6ª', portion de limbe du même échantillon, assez fortement grossie, pour en montrer l'aspect et les détails.

Fig. 7. — Portion de racine, munie d'une partie de ses filaments, avec traces de leur insertion à la périphérie de l'organe, d'après un échantillon du même gisement, situé à la surface de la même plaque que les précédents ; grandeur naturelle.

Fig. 8. — Lambeau de feuille provenant du gisement de Saint-Zacharie (oligocène inférieur), grandeur naturelle ; 8ª, détails de la nervation du même échantillon, assez fortement grossis (6/1).

PLANCHE 7

Lambeaux de tiges avec cicatrices d'insertion de radicules caulinaires et racines éparses munies de filaments.

Fig. 1. — Lambeau de tige avec nœud et traces d'insertion radiculaire, d'après un échantillon du gisement d'Aix, grandeur naturelle ; 1ª, portion du même échantillon, grossie, pour montrer l'aspect des cicatrices radiculaires.

Fig. 2. — Lambeau de tige avec nœud et de nombreuses cicatrices d'insertion radiculaire, éparses à la superficie de la tige ; d'après un échantillon du gisement de Saint-Zacharie; grandeur naturelle.

Fig. 3. — Autre lambeau de tige, probablement déroulée et aplatie, montrant plusieurs nœuds et des cicatrices d'insertion radiculaire, éparses à la superficie, d'après un échantillon du gisement d'Aix, grandeur naturelle. On distingue, en *a*, un fragment de feuille de *Rhizocaulon*, couché sur le lambeau caulinaire.

Fig. 4-6. — Fragments épars de radicules, garnies de filaments, provenant du gisement d'Aix ; grandeur naturelle.

Fig. 7. — Amas de radicules éparses, associées en désordre sur une plaque du gisement d'Aix, grandeur naturelle. On distingue en *aa*, des fragments de feuilles dispersées parmi les radicules, et au milieu, en *b*, une racine plus épaisse que les autres, semblable à celle que représente la figure 7 de la planche 6.

Fig. 8. — Petit lambeau détaché d'une tige et pourvu d'une cicatrice d'insertion radiculaire, plus grande et mieux marquée que celles des échantillons précédents, d'après un exemplaire du gisement d'Aix ; 8^a, même cicatrice assez fortement grossie ; 8^b, empreinte du corps radiculaire, reproduit séparément, sous un plus fort grossissement.

Fig. 9. — Autre lambeau de tige, avec nœud et des traces de cicatrices radiculaires éparses à la superficie ; d'après un échantillon du même gisement, grandeur naturelle. Une des cicatrices se trouve située sur la ligne diaphragmatique ; 9^a, portion du même lambeau, grossie, pour montrer la forme et l'aspect des cicatrices radiculaires.

Fig. 10. — Portion de tige avec nœud et cicatrices d'insertion radiculaire éparses, grandeur naturelle. Les cicatrices des fragments de tige, reproduits par les figures 8, 9 et 10, sont plus larges que celles des échantillons représentés par les figures 1, 2 et 3, et dénotent sans doute une forme distincte, désignée par nous (*Révis. de la Flore d'Aix*, p. 88, pl. VIII, fig. 7 et 11) sous le nom de *Rhizocaulon perforatum*.

PLANCHE 8.

RADICULES ÉPARSES OU PERFORANTES ET ENCORE EN PLACE ; LAMBEAUX CAULINAIRES ET FAISCEAU LIBÉRO-LIGNEUX DES TIGES.

Fig. 1. — Fragment de racine, garnie de filaments avec traces d'insertion des filaments à la superficie, d'après un échantillon du gisement d'Aix, grandeur naturelle ; 1^a, même fragment grossi (4/1), pour montrer l'ordre d'insertion des filaments sur le corps de la racine.

Fig. 2. — Racine perforante, munie de filaments, placée au contact d'un lambeau de feuille traversé par elle, d'après un échantillon du gisement d'Aix, grandeur naturelle ; 2^a, portion du même échantillon, grossie, pour montrer le contact de la radicule avec le lambeau de feuille traversé par elle ; 2^b, portion de la même radicule plus fortement grossie, pour montrer l'ordre d'insertion des filaments.

Fig. 3. — Autre racine perforante, garnie de filaments, placée au contact d'un lambeau de feuille traversé par elle, d'après un échantillon de gisement de Saint-Zacharie, grandeur naturelle ; 3^a, même échantillon, assez fortement grossi, pour montrer le contact de la radicule avec le lambeau de feuille, perforé par elle ; 3^b, détails de la nervation du même lambeau, grossis.

Fig. 4. — Radicule munie de filaments très longs et très nombreux,

associée à des fragments de feuilles, épars en *aa*, d'après un échantillon du gisement d'Aix, grandeur naturelle.

Fig. 5. — Coupe transversale d'un faisceau libéro-ligneux de la région centrale d'une tige du *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., sous une amplification d'environ 160/1. On distingue, en dehors et à la périphérie, en *pm*, les cellules du parenchyme médullaire, à cloisons minces ; en *gg*, la gaine protectrice du faisceau, formé d'éléments plus ou moins densifiés ; en *vv*, les vaisseaux disposés en une rangée circulaire entourant, en *p*, une région centrale parenchymateuse ; en *l*, la partie libérienne du faisceau, formé de fibres étroitement accolés et plus ou moins fermes.

Fig. 6. — Lambeau de tige, réduit à la partie tégumentaire, détachée et comprimée, montrant la trace d'un nœud et des cicatrices éparses d'insertion radiculaire, d'après une empreinte du gisement du Bois-d'Asson, près de Manosque, grandeur naturelle ; 6[a], une cicatrice considérée isolément et grossie.

PLANCHE 9

Appareils fructificateurs présumés des *Rhizocaulon*.

Fig. 1. — Portion d'une inflorescence de *Rhizocaulon polystachium* Sap., montrant un axe primaire rompu dans le haut et accompagné d'axes de second et de troisième ordre, pourvus de leurs épillets, d'après un échantillon du gisement de Saint-Zacharie, grandeur naturelle. On distingue, en *aa*, deux fragments épars de radicules avec leurs filaments, grandeur naturelle.

Fig. 2. — Autre fragment d'inflorescence fructifère de la même espèce, provenant du même gisement et paraissant se rapporter à une partie plus élevée de l'appareil, grandeur naturelle.

Fig. 3. — Autre portion d'inflorescence fructifère de la même espèce, provenant du même gisement et se rapportant à la région moyenne de l'appareil, grandeur naturelle.

Fig. 4. — Deux épillets pédicellés de la même espèce, réunis sur un pédoncule commun, même provenance, grandeur naturelle.

Fig. 5. — Portion d'inflorescence, décrite sous le nom de *Rhizocaulon gracile* Sap. (1), d'après un échantillon du gisement de Saint-Zacharie, grandeur naturelle.

Fig. 6. — Débris d'inflorescence du *Rhizocaulon nansensis* Sap., d'après un échantillon recueilli dans l'oligocène de Nans, près St-Zacharie, grandeur naturelle.

(1) *Et. sur la vég. tert. du S.-E. de la France*, I, p. 193, pl. III, fig. 6. — *Ann. Sc. Nat.*, *4me série*, *Bot.*, t. XIX, p. 39, pl. III, fig. 6.

PLANCHE X.

APPAREILS FRUCTIFICATEURS PRÉSUMÉS DES *RHIZOCAULON*.

Fig. 1. — Portion d'inflorescence attribuée au *Rhizocaulon recentius* Sap., montrant, en *a*, la partie inférieure basale ; en *b*, la terminaison supérieure d'un axe fructifié, pourvu d'axes secondaires, groupés autour du principal, et munis de leurs épillets ; reproduction d'un échantillon provenant du gisement aquitanien du Bois-d'Asson, près de Manosque, grandeur naturelle.

Fig. 2. — Deux épillets du même échantillon, grossis.

Fig. 3. — Fragment d'une inflorescence de *Rhizocaulon polystachium* Sap., du gisement de Saint-Zacharie, pour servir de terme de comparaison avec l'échantillon de l'aquitanien de Manosque, grandeur naturelle.

Fig. 4. — Portion d'inflorescence, attribuée au *Rhizocaulon polystachium* Sap., et montrant les parties latérales et secondaires d'un appareil fructifié, à rachis flexueux, pourvu d'épillets moins oblongs et plus ovoïdes que ceux du type ordinaire, d'après un échantillon du gisement de Saint-Zacharie, grandeur naturelle.

PLANCHE XI.

DÉTAILS RELATIFS A LA STRUCTURE ANATOMIQUE DES FEUILLES ET FRAGMENTS DIVERS

Fig. 1. — Coupe transversale d'une feuille de *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., sous un grossissement d'environ 80/1, montrant dans l'espace qui sépare les deux épidermes : les bandes ou murs situés entre les espaces lacunaires, et à l'intérieur desquels les éléments fibro-vasculaires se trouvent distribués. On observe, en partant du côté extérieur de la feuille pour remonter vers le côté ou face supérieure, d'abord, un large vaisseau en partie voilé ici par des résidus de cloisons cellulaires, non résorbés ; puis un second vaisseau. Entre celui-ci et l'épiderme de la face supérieure, on observe, dans le parenchyme sous-épidermique, des vaisseaux plus petits, sans doute associés à des éléments libériens. La figure 1ª représente les mêmes parties dans un plus fort grossissement, d'environ 150/1 ; on distingue sur la figure, entre les lacunes et au-dessus du grand vaisseau de la partie moyenne de chaque bande, sur celle de droite, un grand vaisseau, ellipsoïde, cerné d'une gaine de tissu sclérifié et, entre ce vaisseau et l'épiderme de la face supérieure, trois vaisseaux plus petits, sans doute associés à des éléments libériens ; — sur la bande de gauche, au lieu d'un second grand vaisseau, on observe un vaisseau plus petit, accompagné au-dessus des vestiges d'un autre, encore recouvert de tissu cellulaire, demeuré en place.

Fig. 2. — Coupe transversale d'une autre feuille de *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., sous un grossissement d'environ 70/1. On observe sur cette coupe, en allant de bas en haut, et de la face inférieure à la face supérieure, dans la bande qui court entre les deux lacunes, un peu au-dessus du parenchyme sous-épidermique, un premier grand vaisseau dont le contour seul est visible, et dont la cavité se trouve couverte de lames ou cloisons cellulaires non résorbées. Au-dessus se trouve un vaisseau plus petit, légèrement ellipsoïde en coupe transversale, et suivi, après un certain intervalle, d'un troisième vaisseau, de forme circulaire, séparé de l'épiderme de la face supérieure par plusieurs rangées de cellules dont quelques-unes représentent sans doute des éléments libériens.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une autre feuille de *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., sous le même grossissement de 70/1 et montrant, comme les précédentes, entre les deux lacunes, la même bande comprenant, à partir de l'épiderme de la face inférieure, d'abord un premier grand vaisseau, plus un second plus petit et ovale comme le premier et au-dessus, enfin, un troisième vaisseau encore plus petit, séparé de la marge supérieure par une bordure de deux à trois rangées de cellules d'un parenchyme sous-épidermique, parmi lesquelles certains éléments libériens ont pu se trouver inscrits.

Fig. 4. — Coupe transversale d'une portion de *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., sous un fort grossissement 150/1, pour montrer le mode de distribution des éléments vasculaires, à l'intérieur d'une bande de parenchyme située entre deux lacunes. On distingue, en suivant la même direction de bas en haut que dans les coupes précédentes, d'abord un très grand canal vasculaire, puis, au-dessus, un vaisseau plus petit, suivi d'un second entouré d'une gaine de cellules plus ou moins scléreuses, et celui-ci, après un certain intervalle d'un autre vaisseau à peu près pareil, associé à un groupe de 4 à 5 autres vaisseaux, réunis entre eux par du conjonctif à cellules plus ou moins épaissies et associées sans doute à des éléments libériens, que leur consistance plus ferme distingue plus ou moins du parenchyme sous-épidermique. On voit ici les cellules de ce parenchyme s'agrandir et effectuer une structure d'autant plus mince de leurs parois divisoires que l'on se rapproche des bords toujours un peu vagues de l'espace lacunaire.

Fig. 5. — Lambeau de tige, détaché et irrégulièrement découpé du *Rhizocaulon recentius* Sap., de l'aquitanien de Manosque (Bois-d'Asson), montrant la trace d'un nœud et de nombreuses cicatrices d'insertion radiculaire, grandeur naturelle.

Fig. 6. — Lambeau irrégulièrement découpé d'une feuille de la même espèce, ayant la même provenance, grandeur naturelle ; 6ª, détails de la nervation du même lambeau, grossis.

PLANCHE 12

Rhizome présumé et détails relatifs a la structure anatomique des feuilles

Fig. 1. — Rhizome présumé ou portion d'une tige de *Rhizocaulon*, voisine de sa base, marquée à la surface de nœuds ou lignes transversales périphériques, accompagnée de résidus foliaires et de nombreuses radicules éparses, la plupart occupant leur situation naturelle, plusieurs d'entre elles encore pourvues de filaments ; d'après un échantillon du gisement de Saint-Zacharie, provenant des mêmes lits que les fragments de feuilles et les appareils fructificateurs ; grandeur naturelle.

Fig. 2. — Coupe transversale d'une bande séparatrice de deux espaces lacunaires, dans une feuille de *Rhizocaulon Brongniartii* Sap., sous un très fort grossissement (environ 150/1), pour montrer le mode de distribution des éléments vasculaires dans le parenchyme fondamental de cette bande. On voit en V un premier grand vaisseau, suivi d'un second, V', plus petit, celui-ci enfin surmonté d'un groupe de vaisseaux encore plus petits, associés à des éléments libériens et à des cellules de bordure plus ou moins sclérifiées.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

Autant, et plus, peut-être, que pour les plantes supérieures, il importe de connaître, pour les plantes inférieures, notamment pour les Champignons parasites et les Bactéries, les conditions précises de leur développement et l'action qu'exercent sur leurs différentes fonctions tous les agents extérieurs. Au point de vue du traitement des maladies, et des précautions à prendre pour les prévenir, on sent toute l'importance que peuvent avoir des connaissances de cet ordre.

Aussi est-il à souhaiter qu'une étude biologique complète soit faite pour un grand nombre de cryptogames inférieures, analogue à celle dont M. ZOPF (1) a montré l'exemple pour le *Bacterium vernicosum*.

Le *Bacterium vernicosum*, espèce nouvelle découverte par l'auteur, se trouve en abondance dans la farine de graine de Cotonnier qu'on emploie aujourd'hui, en certains pays, comme nourriture fortifiante, pour l'élevage des animaux.

Malheureusement, depuis l'importation en Europe de cet aliment, d'origine américaine, des maladies particulières, souvent mortelles, sont apparues, qui ont plus ou moins décimé le bétail.

C'est en recherchant la cause, évidemment microbienne, de ces maladies que M. Zopf a isolé le *Bacterium vernicosum*.

Par sa forme et sa taille, cette bactérie se rapproche beaucoup d'un microorganisme dont le même auteur a, d'autre part, remarqué la présence constante dans le sang des moutons morts après ingestion de la farine.

Malgré cette ressemblance, il est cependant encore impossible actuellement de conclure à une identité complète entre les deux espèces, ni

(1) W. Zopf : *Zur Kenntniss der Organismen des amerikanischen Baumwollsaatmehls* (Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, aus den kryptogamischen Laborat. der Universität Halle. — Leipzig, 1892).

surtout d'affirmer que le *B. vernicosum* est la cause de la maladie, car toutes les tentatives d'infection faites jusqu'alors avec des cultures pures de ce microbe sont restées sans résultat.

Quoi qu'il en soit, M. Zopf — et c'est surtout à ce point de vue que son travail nous intéresse ici — a profité de l'occasion qui lui était offerte pour faire l'étude morphologique et physiologique de l'espèce qu'il a isolée.

Le *Bacterium vernicosum* se développe très rapidement sur gélatine et sur gélose, où il forme de petites colonies à zones concentriques et à bords crénelés. L'ensemble constitue une masse mucilagineuse, blanchâtre, de consistance tendre et d'aspect vernissé.

Examinées au microscope, les cellules, disposées en chapelets, se présentent sous l'apparence de petits bâtonnets très courts, mobiles.

Le mouvement cesse au moment de la fructification ; il y a alors formation d'arthrospores.

Pendant la période végétative, M. Zopf a recherché entre quelles limites de température la motilité se manifeste.

Il a, dans ce but, fait agir tout d'abord des froids intenses obtenus par l'emploi de l'acide carbonique solide. Jusqu'à — 83°, les cellules de *Bacterium vernicosum* ont conservé leur faculté motrice, même après un séjour de trois heures à cette température. Au-delà, tout mouvement s'est arrêté. Il en a été de même avec le *Bacterium prodigiosum* et le *Bacillus subtilis*.

Aux hautes températures, la résistance a varié comme à l'ordinaire, selon que les cultures étaient faites sur milieu solide ou sur milieu liquide.

Dans le premier cas, les mouvements ont persisté jusqu'à 73° ; dans le second jusqu'à 55° seulement.

Une trop grande sécheresse a aussi une influence nuisible ; dans les cultures sur gélatine, la motilité disparaît quand les cultures sont restées une vingtaine de jours à la température ordinaire du laboratoire ; si l'on active la dessiccation au moyen de l'acide sulfurique, il suffit de vingt-quatre heures pour arriver au même résultat.

La vie peut naturellement persister encore alors que la faculté motrice est abolie. En milieu liquide, la bactérie, pendant la période végétative, ne meurt qu'à 75° ; sur milieu solide, elle résiste jusqu'à 120°.

Les limites sont plus reculées encore pour les arthrospores, qui conservent leur pouvoir germinatif tant que la température n'a pas dépassé 91° dans l'air sec, ou 135° dans l'humidité.

D'autre part, un froid de — 83° ne tue ni la spore ni la bactérie, quel que soit le milieu.

Enfin, la spore peut germer encore après être restée, au maximum, 176 jours dans une atmosphère desséchée par l'acide sulfurique.

Quant à l'accroissement, il se fait entre les limites de 10° et de 45°, la température optima étant de 35° à 40°.

Le *Bacterium vernicosum* a la propriété de produire dans les solutions de saccharose, maltose, lactose, glucose, galactose, dextrine et mannite, des décompositions qui se manifestent par un dégagement de gaz et une forte production d'acide. Mais, il ne provoque aucune fermentation dans les solutions d'inosite, de glycérine, d'érythrite, de dulcite, de gomme et d'inuline.

Dans les solutions de la première catégorie, l'acide produit est de l'acide lactique, le gaz est de l'acide carbonique.

L'optimum de température, pour les phénomènes de nutrition, est entre 35° et 41° ; le minimum entre 11° et 13°. Le dégagement apparent de gaz cesse entre 42° et 44° ; la formation d'acide, entre 44° et 46°. On voit qu'il y a, en ce qui concerne l'influence de la température, une certaine concordance entre l'accroissement et la nutrition.

Le *Bacterium vernicosum* supporte des concentrations très élevées d'hydrate de carbone ; il se nourrit et s'accroît dans des solutions renfermant 70 % de sucre de canne, 70 % de dextrine, 50 % de lactose, 40 % de glycérine. On ne connaît, jusqu'alors, aucune bactérie ni moisissure qui puisse, sous ce rapport, lutter avec lui.

Il se développe sur les solutions de glucose dépourvues de sels et d'azote.

Lorsqu'on ajoute des substances minérales, l'action exercée varie beaucoup avec chacune d'elles.

Sauf pour quelques sels, tels que le chlorure de baryum, le chlorure de magnésium, le chlorure de calcium et le phosphate de potasse, les limites de concentration auxquelles s'arrêtent les différents phénomènes, dégagement de gaz, formation d'acide, accroissement, ne sont pas les mêmes.

Ainsi, pour le chlorure de sodium, le dégagement de gaz cesse à une concentration de 5 à 8 °/₀, la formation d'acide seulement entre 10 et 12 °/₀, et l'accroissement entre 18 et 20 °/₀.

A ces hautes concentrations, la nutrition et le développement s'affaiblissant, des formes d'involution apparaissent ; les cellules s'arrondissent.

Ajoutons que, comme le *Monilia candida* de Hansen, le *Bacterium vernicosum* fait fermenter le saccharose directement, sans l'intervertir au préalable. Il ne produit pas de diastase, car il laisse l'amidon intact ; il est légèrement peptonisant ; enfin il peut produire un ferment transformant l'urée de l'urine en carbonate d'ammoniaque.

Lorsqu'elles sont placées, dans une solution, en présence de certaines substances, non seulement les moisissures, mais même les plantes vertes peuvent assimiler la matière organique. Ainsi, d'après MM. Meyer et Laurent, la mannite et la dulcite sont transformées en amidon, la première par des feuilles d'Oléinées, la seconde par des feuilles d'*Evonymus europœus* ou des pousses de *Solanum tuberosum*. A des degrés divers,

il en est de même pour la dextrose, le sucre de canne, la galactose et la glycérine.

Chez les Algues, la formation d'amidon aux dépens de la glycérine a été d'abord observée par M. Klebs, puis par M. Bokorny. Poursuivant des études en ce sens, ce dernier auteur a, depuis, cherché aussi à nourrir des Spirogyres avec de l'alcool méthylique et du méthylal. Le but de ces essais de culture, dont nous avons déjà parlé en temps voulu, était surtout de déterminer quels sont, pendant l'assimilation chlorophyllienne, les produits intermédiaires qui se forment entre le moment où l'acide carbonique est décomposé et celui où les hydrates de carbone apparaissent.

L'opinion de Bayer, à ce sujet, est que le premier corps résultant de l'assimilation est le formaldéhyde (CH^2O). Comme confirmation de cette hypothèse assez vraisemblable, M. Bokorny a donc, ainsi que nous l'avons déjà vu, placé des algues désamidonnées, non pas directement dans des solutions de formaldéhyde qui est un poison pour la plante, mais dans une solution de méthylal qui, sous l'influence du protoplasme, se décompose en alcool méthylique et formaldéhyde.

Or, dans les Spirogyres ou dans les Zygnèmes ainsi désamidonnées, soit par culture à l'obscurité, soit par privation d'acide carbonique à la lumière, soit par absence de potassium dans la solution, de l'amidon de nouvelle formation est apparu.

Mais l'emploi du méthylal prête à une objection que s'est lui-même posée, depuis ses premières expériences, M Bokorny (1).

L'alcool méthylique qui est produit en même temps que le formaldéhyde peut, ainsi que le montrent les cultures directes faites avec ce corps, être l'origine d'une formation d'amidon. Les résultats obtenus avec le méthylal peuvent donc être dus à l'alcool méthylique ; et, il n'est, par suite, nullement prouvé que le formaldéhyde ait un rôle analogue. C'est là cependant, pour la vérification de l'hypothèse de Bayer, le point important à connaître.

M. Bokorny a alors recommencé ses cultures en remplaçant le méthylal par le formaldéhydosulfate de soude.

Ce sel, qu'on obtient facilement cristallisé, se transforme déjà, à l'ébullition, en formaldéhyde et sulfate acide de soude. La même décomposition se produit, à froid, sous l'influence du protoplasme.

Il n'y a donc plus ici que le formaldéhyde qui, dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique, puisse donner lieu à une formation d'amidon. Or, cette formation est facilement constatée si à la solution de formaldéhydosulfate de soude (0,1 %), dans laquelle sont placées les Algues, on ajoute 0,05 % de biphosphate de potasse ou de soude.

(1) Bokorny : *Ueber Kohlensäureassimilation* (Biologisches Centralblatt. 1892). *Einige Versuche über die Abnahme des Wassers an organischer Substanz durch Algenvegetation* (Archiv für Hygiène 1892). *Ernährung grüner Pflanzenzellen mit Formaldehyd* (Thiel's landwirthschaftliche Jahrbücher, 1892).

Le sel de potasse ou de soude a pour effet de neutraliser le sulfate acide qui aurait une action nuisible sur la plante (1). Il se produit alors un sulfate neutre et un monophosphate de soude qui, l'un et l'autre, sont inoffensifs.

Ainsi les cellules vertes des plantes sont en état de former de l'amidon aux dépens du formaldéhydosulfate de soude, en décomposant ce sel et en condensant le formaldéhyde mis en liberté.

La lumière, il faut le remarquer, a une part importante dans cette synthèse ; à un éclairement faible, l'amidon ne se forme que très lentement ; et il ne se forme pas du tout à l'obscurité.

M. Bokorny prouve, du reste, directement, que le sel fourni est bien réellement employé par la plante : 1° il y a augmentation notable du poids sec des Algues ; 2° il y a, en même temps, diminution progressive du pouvoir de réduction du permanganate de potasse à l'égard de la solution, ce qui est un indice certain que le milieu nutritif s'appauvrit en substance organique.

Du moment qu'il est établi que le formaldéhyde peut être le point de départ d'une formation d'amidon, la théorie de Bayer se trouve aussi confirmée qu'elle peut l'être ; et il devient de plus en plus vraisemblable que la réduction de l'acide carbonique dans les plantes vertes a lieu suivant l'équation : $CO^2 + H^2O = CH^2O + O^2$.

Il reste toutefois à déterminer le mécanisme de cette réaction ; et, sur ce point il n'existait jusqu'à présent aucune interprétation qui fut en accord avec les faits connus.

Diverses considérations ont conduit M. Bach (2) à concevoir une hypothèse qui explique, d'une manière claire et simple, le mécanisme chimique du dédoublement de CO^2.

L'auteur rappelle que l'acide sulfureux exposé à l'action de la radiation solaire se décompose d'après l'équation : $3\,H^2SO^3 = 2\,H^2SO^4 + H^2O + S$.

Pourquoi ne supposerait-on pas que le dédoublement de l'acide carbonique hydraté, CO^3H^2 suit une marche analogue : $3\,H^2CO^3 = 2\,H^2CO^4 + (H^2O + C)$.

La seule différence entre les deux réactions serait que, tandis que dans le dédoublement de l'acide sulfureux, le soufre mis en liberté ne

(1) En même temps, l'acide phosphorique du sel joue, de son côté, un rôle non moins essentiel que la base. Comme l'a montré, en effet, M. Lœw (Sitzungsberichte des bot. Vereins in München. Déc. 1891) des Algues, telles que des Spirogyres, cultivées dans des solutions, ne prennent de coloration vert-foncé que s'il y a un phosphate dans la solution. Elles restent jaunes et ne se cloisonnent pas en l'absence d'acide phosphorique, même s'il y a, à la place, du sulfate de fer.

(2) Bach : *Contribution à l'étude des phénomènes chimiques de l'assimilation de l'acide carbonique par les plantes à chlorophylle* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, mai 1893). *Sur le dédoublement de l'acide carbonique sous l'action de la radiation solaire* (id., juin 1893).

forme pas d'hydrate, ou en forme un qui se décompose immédiatement, l'acide carbonique fournirait, dans les mêmes conditions, un hydrate stable, le formaldéhyde.

Pour le second produit de dédoublement, H^2CO^4, il ne serait autre que l'acide percarbonique hydraté, qui correspond à l'anhydride CO^3 observé par M. Berthelot dans l'action de l'effluve électrique sur l'anhydride carbonique, seul ou mélangé d'oxygène. Cet acide percarbonique se déboublerait spontanément, ou sous l'influence du protoplasme, en anhydride carbonique et eau oxygénée.

M. Bach fait remarquer que la présence d'eau oxygénée dans les plantes a déjà été signalée par M. Wurster.

La substance à laquelle les parties des plantes doivent leur pouvoir réducteur est, malgré de nombreux travaux, encore très imparfaitement connue, tant dans ses propriétés chimiques que dans ses propriétés optiques.

Après beaucoup d'autres, M. MONTEVERDE (1) a, à son tour, refait l'analyse spectrale de la chlorophylle, en même temps qu'il a repris l'étude des différentes matières qui l'accompagnent ou qui en dérivent.

La question est toujours trop d'actualité pour qu'il soit nécessaire de rappeler l'état de nos connaissances sur ce sujet. Il nous suffira de reproduire les conclusions de M. Monteverde pour qu'on se rende compte des résultats nouveaux qui nous sont apportés par l'auteur, et de ceux qui ne sont qu'une confirmation des faits déjà connus.

Le spectre d'absorption des feuilles vivantes se compose de sept bandes, y compris l'absorption totale de l'extrémité violette du spectre.

L'ordre d'intensité de ces bandes est le suivant : Ia, VI, V, Ib, II, III, IV. La bande IV est la moins sombre ; elle n'apparaît que lorsque les trois premières commencent à se confondre.

Le spectre d'absorption de l'extrait alcoolique se distingue de celui de la feuille par l'absence de la bande I b, et aussi par un déplacement général de toutes les bandes vers l'extrémité violette.

Dans l'extrait alcoolique de feuilles se trouvent deux matières colorantes vertes : une chlorophylle amorphe et une chlorophylle cristallisable ; et au moins deux substances colorantes jaunes : la carotine et la xanthophylle.

Les matières colorantes jaunes ne sont pas fluorescentes et ne présentent que deux bandes sombres, dans la moitié la plus réfrangible du spectre. Les bandes d'absorption de la carotine, comparées à celles qui leur correspondent dans la xanthophylle, sont plus rapprochées de l'extrémité rouge du spectre. D'après les observations antérieures de M. Bokorny, que M. Monteverde confirme complètement, la carotine (ou érythrophylle) se distingue de la xanthophylle par la forme, la

(1) Monteverde : *Das Absorptionsspectrum des Chlorophylls* (Acta Horti Petropolitani, 1893). — *Uber das Protochlorophyll* (id. 1894).

couleur et les réactions microchimiques de ses cristaux, qui sont difficilement solubles. La xanthophylle est colorée en bleu par l'acide chlorhydrique fort.

La chlorophylle amorphe ne cristallise jamais. Son spectre d'absorption se compose de cinq bandes et d'une bande terminale. L'ordre d'intensité est le suivant : I, VI, II, III, IV ; la bande V manque complètement. La chlorophylle amorphe se dissout dans le sulfure de carbone, l'éther de pétrole et la benzine, plus facilement que dans l'alcool.

Par l'addition d'une faible quantité d'acide chlorhydrique, la chlorophylle amorphe dissoute se transforme en chlorophyllane supérieure, d'un brun verdâtre ; par l'acide chlorhydrique en excès, en phyllocyanine supérieure.

La chlorophylle cristallisable donne des cristaux tabulaires, d'un vert sombre, qui sont solubles dans l'alcool, mais insolubles dans la benzine, le sulfure de carbone et l'éther de pétrole. Le spectre d'absorption de la solution alcoolique des cristaux de chlorophylle présente six bandes, plus une bande terminale ; et leur ordre d'intensité est le suivant : I, VI, V, II, III, IV. Les quatre premières bandes (I, II, III, IV) sont identiques avec les bandes correspondantes de l'extrait alcoolique de feuilles frais et celles de la chlorophylle amorphe.

Si à la solution de chlorophylle cristallisable on ajoute un peu d'acide chlorhydrique, il y a transformation en chlorophyllane inférieure ; l'acide en excès donne de la phyllocyanine inférieure.

Lorsqu'on agite l'extrait alcoolique de feuilles avec l'éther de pétrole et l'acide chlorhydrique (réaction de Frémy), le liquide se sépare en deux couches : la couche supérieure, d'un brun jaunâtre, formée par l'éther de pétrole, renferme la chlorophyllane supérieure et la carotine ; la couche inférieure, bleue, formée par l'alcool, contient la phyllocyanine inférieure et la xanthophylle bleuie.

Dans les feuilles vivantes, il semble n'y avoir, en dehors des matières colorantes jaunes, qu'une seule matière verte, la chlorophylle cristallisable.

Cette chlorophylle, d'après des expériences de M. Timiriazeff, que nous avons décrites autrefois, naîtrait dans la plante par l'oxydation d'une substance incolore fluorescente, que M. Timiriazeff a nommé *protophylline*, et qu'on obtient en réduisant, soit la chlorophylle, soit son pigment propre, la chlorophylline. Tout autres, sur ce point, sont les conclusions de M. Monteverde.

La chlorophylle, selon ce dernier auteur, ne provient point du corps artificiellement obtenu par M. Timiriazeff, mais d'une autre substance, de propriétés assez différentes, qu'on peut désigner sous le nom de *protochlorophylle*.

La protochlorophylle se trouve mélangée aux pigments jaunes, xanthophylle et carotine, dans l'extrait alcoolique des feuilles étiolées ; on

l'isole au moyen de la méthode employée par M. Frémy pour séparer la substance verte de la substance jaune. On fait d'abord bouillir les feuilles étiolées dans l'eau, puis, après les avoir desséchées par une forte pression, on les transporte dans l'alcool à 95°. L'extrait alcoolique est ensuite traité par l'eau de baryte ; et, du précipité qui se produit, on extrait, par l'alcool, les substances jaunes. La combinaison de protochlorophylle et de baryte, restée sur le filtre, est décomposée par une solution alcoolique (alcool à 30°) de potasse caustique. On a, en définitive, une solution alcaline de protochlorophylle, colorée en jaune faible, avec une fluorescence rouge.

La substance ainsi isolée se transforme, par oxydation, en une matière colorante verte ; d'autre part, on constate que, dans les feuilles étiolées vivantes qui sont exposées à la lumière, elle disparaît peu à peu, et est, au fur et à mesure, remplacée par la chlorophylle.

C'est pourquoi M. Monteverde pense qu'il y a tout lieu d'admettre qu'elle est la source de la chlorophylle dans la plante. Or, elle se distingue bien nettement du produit de réduction artificiellement obtenu par M. Timiriaseff.

La protophylline, en effet, n'est pas fluorescente, tandis que la protochlorophylle, comme nous l'avons vu, a une fluorescence rouge.

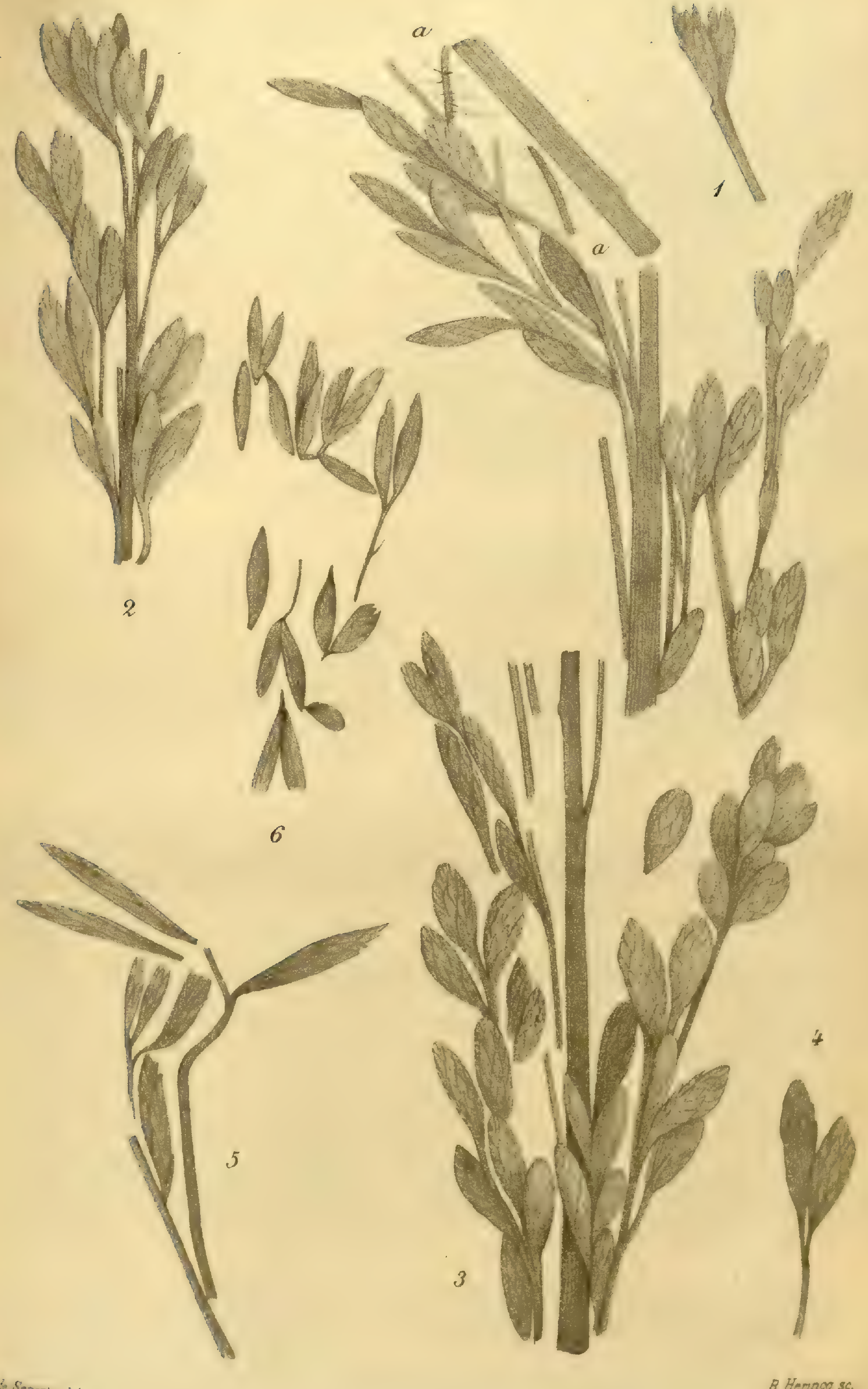
En second lieu, lorsqu'elle est en solution alcoolique, la protochlorophylle, comme la chlorophylle, se transforme, sous l'influence des acides, en un dérivé qui a les propriétés optiques de la chlorophyllane. On sait que, dans les mêmes conditions, la protophylline se transforme, non en chlorophyllane, mais en chlorophylle.

Enfin la protophylline qui résulte de la réduction de la chlorophylle présente dans son spectre d'absorption une large bande qui a la même étendue que la bande II et les deux espaces qui se trouvent entre I et II et entre II et III dans le spectre de la chlorophylle ; la protophylline qui résulte de la réduction de la chlorophylline présente les bandes II et IV correspondantes à celles de la chlorophylle. Au contraire, le spectre de la protochlorophylle présente la même bande III que la chlorophylle, et une bande II qui lui est propre, et qui ne correspond nullement à la bande II de la substance verte.

On voit qu'il y a des différences essentielles entre la protochlorophylle de M. Monteverde et la protophylline de M. Timiriazeff. Si l'une et l'autre de ces deux substances peuvent verdir par oxydation, il faut du moins remarquer que seule la première a été extraite directement de la plante ; la seconde n'a été obtenue qu'artificiellement par réduction de la chlorophylle. C'est pour cette raison surtout que M. Monteverde croit pouvoir affirmer que c'est la protochlorophylle, bien plutôt que la protophylline qui donne naissance à la chlorophylle.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.



le Saporta del. B. Hennocq sc.

Rhizocaulon : Appareils fructificateurs.

Impies LEMERCIER, Paris.

de Saporta del. B. Herincq sc.

Rhizocaulon : Appareils fructificateurs.

Impies LEMERCIER, Paris

de Saporta del. B. Herincq sc.

Rhizocaulon : Anatomie de la feuille et fragments divers.

Imp^ies LEMERCIER, Paris

de Saporta del. B. Herincq sc

Rhizocaulon : Tiges et racines.

Imp^ies LEMERCIER, Paris

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la ***Revue.***

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : L'*Abies numidica.* — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon); sur les Champignons (Costantin) relatifs aux méthodes de technique (Dufour); sur les Lichens (Hue); sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomique des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILLAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genr *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europæum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Reviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Septembre 1894

N° 69

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1894

I. — NOTE SUR L'INFLUENCE DE LA DESSICCATION SUR LA RESPIRATION DES TUBERCULES, par **M. Jules-Ferdinand Lund** 353

II. — SUR QUELQUES APPLICATIONS PRATIQUES DE LA GREFFE HERBACÉE (avec deux planches), par **M. Lucien Daniel** 356

III. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES CHAMPIGNONS pendant les années 1891 à 1893, par **M. J. Costantin** 370

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 379

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 14. — *Alliaria officinalis*, de graine d'individu sauvage.
Planche 15. — *Alliaria officinalis*, de graine d'individu greffé sur Chou.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

Note sur l'Influence de la Dessiccation

SUR LA RESPIRATION DES TUBERCULES

par M. Jules-Ferdinand LUND.

On sait que la plus ou moins grande quantité d'eau renfermée dans une plante donnée influe sur l'intensité de la respiration et l'on admet d'une manière générale que la dessiccation plus ou moins grande d'un végétal diminue, toutes conditions égales d'ailleurs, l'intensité de sa respiration. Si l'on s'adresse à des organismes capables de supporter une très grande dessiccation comme les Lichens et les Mousses, cette influence de l'humidité sur la respiration peut même devenir considérable ainsi que l'a fait voir M. Jumelle en 1892 et tout récemment M. B. Jönnson (1).

Je me suis proposé de faire des recherches analogues sur les tubercules qui peuvent supporter une dessiccation relative, sans perdre la faculté de germer ultérieurement pour passer à l'état de vie active lorsqu'on les place dans des conditions convenables.

Les premières expériences exécutées à ce point de vue avec divers tubercules mettent en évidence une condition dont il faut tenir compte dans ces recherches, c'est l'influence de l'âge du tubercule sur le phénomène qu'il s'agit d'étudier. On sait que le développement influe sur le phénomène respiratoire, l'objet de cette Note est de montrer qu'il peut influer aussi dans une certaine mesure sur l'action même qu'exerce la dessiccation sur la respiration. La dessiccation relative d'un tubercule peut agir en sens différents suivant que ce tubercule provient de la saison dernière et a passé l'hiver ou qu'il vient d'être récolté dans la saison même.

Voici les résultats de quelques expériences.

(1) H. Jumelle : *Recherches physiologiques sur les Lichens* (Revue générale de Botanique, t. IV, 1892).
B. Jönnson : *Sur la respiration et l'assimilation des Muscinées* (Comptes-rendus de l'Ac. des Sciences, 20 août 1894).

J'ai opéré avec des tubercules de Topinambour (*Helianthus tuberosus*), d'Oignon (*Allium Cepa*), de Radis (*Raphanus sativus*), de Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et de Carotte (*Daucus Carota*).

J'ai employé la méthode de l'air confiné. Les deux sujets comparés étaient toujours placés côte à côte. Les tubercules étaient desséchés à l'étuve, à une température de 25°, ou à l'air du laboratoire. Après la dessiccation, les tubercules desséchés et les tubercules non desséchés étaient laissés quelques jours à l'air, avant le commencement des expériences.

Pendant la dessiccation et pendant la mise en expérience, les tubercules étaient toujours maintenus à l'obscurité.

De plus, chaque lot de tubercules ayant été exactement pesés après la détermination du dégagement d'acide carbonique et de l'absorption d'oxygène, on les mettait à l'étuve jusqu'à dessiccation complète et on avait ainsi le poids sec. Le rapport du poids sec au poids frais pouvait être alors mis en regard de l'intensité respiratoire.

En opérant avec de vieux tubercules, récoltés pendant la saison précédente et qui avaient passé l'hiver, j'ai trouvé, comme on pouvait s'y attendre, que la respiration diminue par la diminution d'eau.

Je citerai, par exemple, l'expérience suivante, faite avec des tubercules d'*Helianthus tuberosus*.

Le 29 mars on a pesé deux lots ayant trois tubercules chacun.

N° I. Poids = 22 gr.,180.
N° II. Poids = 23 gr.,602.

Les tubercules du lot n° I ont été conservés dans l'air sous une cloche et les tubercules du lot n° II ont été desséchés dans l'air du laboratoire, à la même température que ceux du premier lot.

Le 31 mars, j'ai pesé les deux lots. On avait :

N° I. Poids = 22 gr., 030.
N° II. Poids = 20 gr.,535.

Ensuite les deux lots ont été introduits dans deux éprouvettes semblables et les gaz ont été analysés au commencement et à la fin de l'expérience, dans chacune des éprouvettes.

Au bout de 3 heures et demie, à la température de 17°, on avait :

N° I : Poids sec = 23,8 °/o	Acide carbonique dégagé = 10,4	Oxygène absorbé = 11,8
N° II : Poids sec = 26,3 °/o	Acide carbonique dégagé = 6,3	Oxygène absorbé = 9,3

Ainsi, les tubercules du premier lot qui contenaient 76,2 pour cent d'eau avaient une respiration notablement plus intense que ceux du second lot qui ne contenaient que 73,7 pour cent d'eau.

Mais en opérant avec de jeunes tubercules récoltés en avril ou en mai et formés pendant la saison, on trouve que la respiration *augmente après une assez faible perte d'eau.*

Je citerai les expériences suivantes :

Solanum tuberosum.

Le lot n° I, composé de huit tubercules, a été placé pendant neuf jours dans la cave du laboratoire.

Le lot n° II, composé de huit tubercules, a été desséché pendant huit jours à l'étuve ayant une température de 25°.

Le 18 mai, on a fait les expériences comme ci-dessus. On a trouvé, au bout de 2 heures, à la température de 21°.

N° I : Poids sec = 24,1 %	Acide carbonique dégagé = 0,75	Oxygène absorbé = 1,13
N° II : Poids sec = 24,3 %	Acide carbonique dégagé = 1,51	Oxygène absorbé = 2,26

Raphanus sativus.

Le lot n° I a été placé pendant 15 heures sous une cloche, à l'air humide.

Le lot n° II a été desséché à l'air du laboratoire, à la même température que le premier lot.

Le 28 avril, on a fait les expériences comme ci-dessus. On a trouvé, au bout de 2 heures, à la température de 15°5 :

N° I : Poids sec = 6,0 %	Acide carbonique dégagé = 6,1	Oxygène absorbé = 10,3
N° II : Poids sec = 6,8 %	Acide carbonique dégagé = 7,7	Oxygène absorbé = 7,3

Ces expériences, et d'autres analogues, font voir qu'une légère dessiccation favorise l'intensité des tubercules jeunes. Il va sans dire que si la dessiccation était beaucoup plus forte, ce serait le contraire. Il semble donc qu'il y ait pour ces tubercules jeunes un *optimum* d'humidité par rapport à l'intensité respiratoire.

Mais ce qu'il importe de remarquer, c'est que l'état de développement du tubercule influe certainement sur les conditions physiologiques de la respiration. Cela fait voir que dans toutes les expériences analogues il est très nécessaire de définir nettement le stade d'évolution ou l'âge des végétaux sur lesquels on opère.

Sur quelques Applications pratiques

de la

GREFFE HERBACÉE

par M. Lucien DANIEL.

Dans un premier Mémoire (1), j'ai montré la possibilité de greffer entre elles plusieurs plantes potagères appartenant à diverses familles, principalement aux Crucifères, aux Légumineuses, aux Composées.

Le but de la présente note, c'est d'indiquer les applications pratiques de ces greffes à l'horticulture. Je m'occuperai successivement :

1° Des changements qui surviennent directement dans la valeur alimentaire du sujet et du greffon ;

2° Du retard que la greffe peut produire dans la floraison et la fructification du greffon ;

3° De la régénération, par le moyen de la greffe, des variétés usées par la culture ;

4° De l'impossibilité de greffer les parties étiolées de végétaux herbacées ;

5° De la production de variétés nouvelles par le semis des graines fournies par le greffon.

I. — Amélioration ou perte des qualités alimentaires des plantes potagères greffées

Je rappellerai brièvement que plusieurs greffes m'ont fourni des résultats susceptibles d'augmenter, soit le rendement, soit la valeur alimentaire de divers légumes.

Le Chou de Milan greffé sur Chou-Navet fournit à la fois une

(1) L. Daniel : *Recherches morphologiques et physiologiques sur la Greffe*, in-8°, 33 p. et 2 planches (Revue générale de Botanique, janvier et février 1894).

pomme et un tubercule. La pomme est produite par le greffon ; le tubercule, par le sujet. C'est en somme *une double récolte* obtenue au même moment dans le même terrain.

D'autre part, le tubercule et la pomme avaient subi tous les deux une forte modification dans leur saveur habituelle. Le Chou de Milan était plus doux qu'à l'ordinaire, et sa moelle avait non seulement le goût, mais une forte odeur de Navet. Le tubercule présentait des changements de saveur correspondants, et, fait à noter au point de vue pratique, il n'était pas devenu plus ligneux au contact de la tige ligneuse du Chou-greffon.

J'ai fait goûter ces produits de la greffe à diverses personnes, qui les ont trouvés fort agréables au goût et supérieurs au Chou de Milan et au Chou-Navet ordinaires.

Ce genre de greffes permet donc d'obtenir, non-seulement un produit plus considérable, mais encore une amélioration marquée dans la saveur des légumes greffés, amélioration qui vaut la peine que l'on a prise pour faire une opération relativement facile si l'on veut suivre la méthode que j'ai indiquée dans diverses Notes (1).

Les mêmes résultats peuvent être obtenus avec le Chou de Mortagne (Chou Cabus) greffé sur Navet rond à collet rose. Mais ici j'ai observé une particularité nouvelle. Les jeunes Navets sujets provenaient de semis d'août et donnent, dans les conditions ordinaires, un tubercule en octobre ou en novembre au plus tard.

Dans la greffe, le tubercule n'existait pas en novembre; la racine-sujet avait conservé sa grosseur normale et sa blancheur ; elle avait même pris la forme un peu ramifiée de la racine du Chou.

A la fin d'avril de l'année suivante, au moment où les Choux de Mortagne greffés ou non greffés commençaient à pommer, j'aperçus les premiers rudiments d'un tubercule qui continua à grossir jusqu'à la fin de juin. A ce moment, il avait la taille habituelle des Navets de sa variété et leur collet rose caractéristique.

Cette influence si nette du greffon sur la formation des réserves dans le sujet permet d'espérer *obtenir un même légume, par des greffes raisonnées et faites en temps opportun, à des époques différentes de l'année.*

(1) L. Daniel : *Recherches sur la greffe des Crucifères* (C.-R. de l'Acad. des Sciences, 30 mai 1892; *De la transpiration dans la greffe herbacée* (C.-R. de l'Acad. des Sciences, 10 avril 1893).

Mais la greffe des plantes potagères ne produit pas des résultats aussi satisfaisants sur toutes les espèces.

En greffant la Laitue, par exemple, qui exige beaucoup d'eau pour pommer, on obtient des greffons qui montent à graines sans pommer, absolument comme la Laitue sauvage.

Une semblable greffe serait un contre-sens au point de vue pratique.

J'en ai déduit ce principe, dont on doit tenir le plus grand compte, quand on veut améliorer un légume directement par la greffe :

Il faut toujours greffer une plante sur un sujet qui lui soit supérieur au point de vue des qualités qu'on veut lui faire acquérir.

II. — Retard produit par la greffe dans la floraison et la fructification de certains greffons.

La greffe avance-t-elle ou retarde-t-elle la floraison et la fructification du greffon? La question est restée très obscure pour les arbres, et les auteurs se sont à peine occupés des plantes herbacées. On cite simplement un cas de la Rose-Trémière qui, greffée en juillet-septembre dans les pays froids, fleurit plus vite au printemps suivant.

Pour les plantes herbacées, la question est plus complexe que pour les arbres, qui ont tous un même mode de développement. Les résultats peuvent, en effet, varier avec l'époque du greffage, l'âge de la plante; varier aussi suivant que sujet et greffon sont annuels, bisannuels, plurannuels ou vivaces.

Mais, par ailleurs, cette greffe des plantes herbacées offre l'incontestable avantage de faire attendre la solution beaucoup moins longtemps que celle des arbres. Les plantes annuelles et vivaces donnent des résultats complets dans le cours d'une année; les plantes bisannuelles et plurannuelles, dans deux ans, en général.

Mes essais, quoique nombreux déjà, ne me permettent pas de donner une solution générale de la question que je viens de formuler. J'en donnerai cependant quelques résultats, tant comme matériaux d'attente que comme indications pratiques qui me paraissent en découler naturellement.

Comme plantes vivaces, j'avais choisi l'Œillet et le *Lychnis*

dioica, greffés en janvier. L'union prospère bien, et l'Œillet greffon reste plus touffu, tout en fleurissant à l'époque habituelle. Je n'ai, pendant quatre années consécutives, observé aucun avancement ou retard appréciables dans sa floraison et sa fructification.

Dans les plantes annuelles, au contraire, greffées ou non dans la période de germination (1), la floraison du greffon a toujours été plus ou moins retardée, ce qui est conforme à la logique. A un retard dans le développement correspond un retard dans la floraison.

Quant aux plantes plurannuelles ou bisannuelles, les résultats varient suivant l'époque du greffage et l'âge de la plante qui peut ou non *regagner le temps perdu lors de la cicatrisation.*

Les résultats que j'ai obtenus sur diverses plantes de cette catégorie ne correspondent pas avec le cas de la Rose-Trémière dont j'ai parlé plus haut.

Je m'occuperai ici plus spécialement de la greffe des diverses variétés de Choux.

Si l'on greffe ces plantes en septembre, la floraison se fait au printemps suivant, au même moment que les variétés correspondantes non greffées.

Mais si l'on greffe en février, ou mars, suivant les variétés, des jeunes pousses à fleurs de Choux divers, soit sur des Choux semés en août et restés en place, soit sur des racines d'Alliaire, etc., on constate que la floraison est constamment retardée d'un mois à six semaines environ, en un mot, du temps qu'exige à ce moment la cicatrisation pour être complète.

Quand les bourgeons à fleurs greffés sont bien repris, ils se mettent à pousser vigoureusement. Certaines variétés atteignent des proportions plus grandes et se ramifient abondamment. Le nombre des fleurs est en rapport avec la taille plus élevée du greffon ; les graines sont en général bien nourries.

Ces résultats sont aussi susceptibles de fournir une application pratique.

On sait combien les horticulteurs éprouvent de difficultés à conserver pures, par semis, leurs diverses races de Choux. Ces

(1) *Loc. cit.* p. 7, et *Sur la greffe des plantes en voie de germination* (C.-R. de l'Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Pau, 21 septembre 1892).

plantes s'hybrident en effet avec la plus grande facilité sous l'influence des visites des insectes, du transport du pollen par le vent, etc.

Aussi les semis des Choux contiennent-ils toujours un nombre plus ou moins considérable d'hybrides, qualifiés *Choux dégénérés*, que l'on rejette au moment de la plantation. C'est une perte sèche pour le jardinier. Si quelques-uns de ces Choux sont plantés, ils ne répondent pas à l'attente de celui qui les plante avec l'espoir d'obtenir une belle récolte, et le terrain est occupé sans fournir les produits attendus.

En employant ma greffe des bourgeons à fleurs, on peut conserver pure, et cela de la façon la plus certaine, une variété déterminée.

Il suffit de choisir comme sujet un Chou de la variété à reproduire, semé en août. Ceux qui sont restés en place valent mieux que ceux qui ont été replantés, parce qu'ils sont moins gros et moins avancés ; la greffe reprend plus facilement.

On greffe en fente un bourgeon à fleurs très jeune de la même variété; on opère à l'étouffée en prenant les précautions que j'ai indiquées dans diverses Notes et le Mémoire déjà cités.

Un retard d'un mois au moins se produit dans la floraison. Or, à ce moment, tous les Choux non greffés laissés comme porte-graines sont défleuris; l'hybridation est donc impossible.

J'ai dit à dessein qu'il faut prendre comme sujet une plante appartenant à la variété à reproduire. De cette façon, on sera sûr que l'opération de la greffe aura le *minimum d'influence sur les graines*, considération qui a son importance dans un genre de plantes variant très facilement, suivant les milieux (1). La reprise se fera aussi plus facilement dans ces conditions.

La greffe des bourgeons à fleurs du Chou peut aussi se faire plus commodément si l'on a eu soin de placer les sujets dans des pots à fleurs correspondant à leur taille. On peut ainsi facilement déplacer les greffes et les mettre progressivement en rapport avec des quantités de lumière de plus en plus grandes, en attendant leur mise à l'air libre et en pleine terre.

(1) L. Daniel : *Création de variétés nouvelles par la greffe suivie de semis* (C.-R. de l'Académie des Sciences, 30 avril 1894).

III. — Régénération, a l'aide de la greffe, des variétés usées par la culture.

J'ai voulu me rendre compte si, en plaçant des bourgeons à fleurs d'une variété donnée de Choux sur un sujet appartenant à une variété différente, je constaterais dans les semis provenant des graines du greffon une tendance à la production de variétés nouvelles.

Ces expériences ne sont pas encore terminées, mais elles m'ont amené à constater un fait qui aura son intérêt pratique s'il n'est pas isolé.

J'ai semé, en mars 1894, les graines que m'avaient fournies des bourgeons à fleurs du Chou-Rave (*Brassica gongyloides*), greffés sur jeunes plants de Choux cabus (variété dite Chou de Mortagne, bien connue dans l'ouest).

A côté, comme terme de comparaison, j'avais semé les graines que j'avais récoltées sur la plante étalon qui avait fourni les greffons. Ces dernières ont mal germé ; les semis ont mal réussi. Il en a été de même chez le jardinier qui m'avait vendu mes Choux-Raves l'année précédente. Du reste, cette variété de Choux paraît s'user dans nos terrains.

Or, les graines provenant de mes greffes ont très bien germé ; les plants qui en sont issus sont actuellement fort beaux, mais je ne pourrai voir si la variété s'est conservée pure ou non qu'au mois d'octobre prochain, au moment du complet développement du tubercule.

Si ce fait n'est pas accidentel, il serait préférable, pour obtenir des graines de bonne qualité, dans certaines variétés de Choux, de les greffer sur d'autres variétés plus robustes, *de façon à les régénérer*.

Peut-être pourra-t-on, par un semblable procédé, conserver les *variétés usées*, qui tendent à disparaître de nos cultures. C'est une question d'expérience facile à résoudre.

IV. — De l'impossibilité de greffer les parties étiolées des végétaux herbacés.

On sait que les arbres à feuilles panachées se greffent d'autant plus difficilement que la panachure est plus accentuée. La reprise

n'a pas lieu quand l'on choisit pour greffon une branche à feuilles complètement blanches comme cela se voit parfois dans le Laurier-Cerise, l'Érable panaché, etc.

Les résultats que j'ai obtenus avec le Chou-fleur paraissent démontrer qu'il en est de même pour les plantes herbacées.

J'ai essayé sans succès la greffe des tiges formant la pomme blanche du Chou-fleur sur cinq variétés de choux différentes : Chou vert, Chou moëllier, Chou cabus, Chou de Milan et Chou de Bruxelles.

Le greffon, dans chaque cas, se fane, penche et se flétrit ; au bout de huit jours, la mort complète du greffon est arrivée, quels que soient les procédés employés et les précautions prises pour régler la transpiration.

On obtient des résultats semblables avec les jeunes pousses de Choux cabus, si l'on n'a pas eu soin de choisir des greffons qui aient eu le temps de verdir assez sous l'action de la lumière.

V. — Production de variétés nouvelles par la greffe suivie de semis.

La question de l'influence de la greffe sur la production des variétés a été l'objet, autrefois, de vives controverses. Niée par Duhamel du Monceau, constatée par Knight, Cabanis, etc., cette influence est considérée de nos jours comme absolument négative.

On s'est contenté de discuter longuement des faits se rapportant aux arbres fruitiers, faits manquant parfois d'authenticité, difficiles à contrôler, quelquefois contradictoires : l'action directe et immédiate de la greffe sur la taille et la vigueur relatives du sujet et du greffon, sur l'amélioration de la saveur des fruits et l'augmentation de leur volume, etc.

On a presque toujours négligé le point le plus important : c'est de rechercher quels seraient les résultats du semis de graines produites par des greffons placés dans des conditions bien déterminées, soit sur une même espèce, soit sur des espèces différentes.

Le résultat d'une semblable négligence s'est traduit sous la forme d'un principe qui faisait loi jusqu'ici : *le greffon conserve intactes les qualités de l'espèce sans être influencé en rien par le sujet sur lequel il est placé.*

Si ce principe résume admirablement les idées de Duhamel du Monceau et de la majorité des auteurs, il n'en faut pas moins, pour l'admettre, nier l'exactitude des faits avancés par Knight, Cabanis, et des récentes expériences faites en Amérique sur l'hybridation des Tomates par la greffe de leurs fruits.

Adopter une théorie aussi absolue peut être très commode quand il s'agit d'expliquer des faits embarrassants, mais c'est à la fois admettre une exception incompréhensible aux lois de la nature et fermer la porte à toute application pratique de la greffe autre que la conservation des variétés existantes.

Il est, en effet, bien démontré aujourd'hui que divers végétaux sont modifiés dans leur forme et leur structure par le climat, la température, la nature du sol, etc., et que ces modifications, souvent temporaires, deviennent définitives par l'emploi des divers procédés de culture.

Comment s'expliquer que des plantes qui se modifient aussi facilement que les plantes potagères sous l'influence du milieu et fournissent les variétés nombreuses que l'on connaît, soient précisément réfractaires, *et là seulement*, en présence des milieux si variés que peut leur offrir la greffe, tant sur elles-mêmes que sur les variétés, ou les espèces, ou les genres voisins ?

Il est plus simple d'admettre que les mêmes causes produisent les mêmes effets, avec les variantes particulières aux espèces qui sont plus ou moins aptes à se modifier.

Aussi, je n'ai pas été surpris outre mesure quand j'ai vu, contrairement aux idées actuelles :

1° La saveur de diverses plantes alimentaires considérablement modifiée par la greffe, et le greffon acquérant plus ou moins le goût du sujet et inversement (Chou sur Navet) (1) ;

2° La Laitue, qui a besoin de beaucoup d'eau pour pommer, montant directement à graines sans former sa pomme dans le

(1) Ces résultats sont comparables aux faits suivants bien connus des pépiniéristes qui recherchent des variétés nouvelles par le semis des pépins de poires à couteau. Telle variété nouvelle ainsi obtenue fournit des fruits excellents sur l'arbre lui-même. Vient-on à la greffer sur Coignassier, elle peut s'améliorer considérablement, se conserver, ou se perdre entièrement. Telle variété qui paraissait médiocre sur l'arbre franc de pied devient très bonne, étant greffée, etc.

Je cite ces faits que j'ai pu contrôler moi-même chez un pépiniériste de ma connaissance qui se livre à des essais de ce genre depuis de longues années.

milieu trop sec qui lui fournit sa greffe sur Salsifis jeune, et perdant ainsi toute valeur alimentaire ;

3° Des racines, comme le Navet, emmagasinant des réserves fournies par un greffon à racines non renflées, et cela à des époques inaccoutumées, au moment seulement où le greffon Chou est apte à former lui-même ses réserves propres ;

4° La plupart des greffons diminuant de taille par ce fait que le bourrelet de la greffe, entravant le passage de la sève brute, la place dans un milieu plus sec, etc.

Ces divers résultats suffiraient à prouver déjà combien le principe de Duhamel est loin d'être absolu.

Il me restait à démontrer par des expériences directes que, dans certains cas au moins, les qualités nouvelles acquises par le greffon peuvent se transmettre par la graine ; en un mot que les jeunes plantes issues du semis des graines fournies par un greffon, placé par le fait de la greffe dans un milieu très différent du sien et déjà modifié lui-même, peuvent reproduire quelques-unes de ces modifications.

Pour de semblables essais, il était encore tout indiqué d'opérer sur les plantes herbacées de préférence aux arbres, puisque dans ce cas on obtiendra les premiers résultats de bien meilleure heure.

Je me suis attaché pendant trois ans à semer les graines fournies par un certain nombre de greffons et à comparer les plantes qu'elles ont données avec les plantes non greffés placées dans les mêmes conditions de culture.

De cette façon, j'étais bien sûr de n'avoir à enregistrer que les modifications dues à la greffe, car j'avais pris mes précautions par ailleurs pour éviter l'hybridation par les insectes, etc., au moment de la fécondation des fleurs du greffon.

Voici les résultats que j'ai obtenus : il est bien entendu qu'ils se rapportent à une première génération et ne préjugent en rien ce qui pourra se passer à une deuxième, pas plus que les résultats d'une greffe répétée de ces mêmes produits.

Salsifis sur Scorzonère, racine âgée sur racine âgée.— Cette expérience n'est pas encore achevée.

J'avais remarqué que parmi les Salsifis ainsi greffés, les uns fleurissaient dans l'année même, avec un simple retard sur les Salsifis non greffés ; les autres ne fleurissaient pas, devenant ainsi plurannuels.

Des modifications de ce genre se reproduiront-elles par graines, en un mot, les jeunes semis fourniront-ils des plantes plurannuelles ou vivaces comme le sujet, ou resteront-ils tous bisannuels comme leurs parents ?

Actuellement, tous les jeunes plants sont en fleurs ; il n'y a pas de pieds plurannuels, mais je ne saurai qu'au mois d'octobre prochain s'il y aura des pieds vivaces.

Jusqu'ici les Salsifis issus du greffon sont en tout semblables aux Salsifis communs.

Pois ridé de Knight sur Faba vulgaris, *tige jeune sur tige jeune* (*germinations*).— Je n'ai pas remarqué de modifications extérieures bien sensibles dans les plants issus du greffon.

Au moment où j'ai fait ces expériences, je n'avais pas encore remarqué les modifications dans la saveur des plantes greffées. Je ne sais si ces plantes étaient changées sous ce rapport, ne les ayant pas goûtées.

En somme, dans ces deux genres de greffes suivies de semis, *la greffe paraît avoir peu d'influence sur la production des variétés.*

Dans les suivantes, cette influence est plus accentuée.

Chou vert sur Alliaire, bourgeons à fleurs sur racine âgée. — Les Choux issus du semis des graines du greffon sont restés un peu plus petits, et cette diminution de taille a été plus ou moins marquée, suivant les échantillons.

Il n'y avait aucune amélioration dans leur valeur alimentaire, ce qui était à prévoir, dès l'instant que le greffon était placé sur une plante sauvage.

Haricots greffés, tige jeune sur tige jeune (*germinations*). — La réduction de taille si marquée que l'on observe dans ces greffes influe sur quelques graines qui restent plus petites ; elle se transmet à l'embryon, qui reproduit lui-même une plante plus petite. Tous mes échantillons, au nombre d'une trentaine, présentaient cette diminution de taille qui les différenciait nettement des témoins issus de plantes non greffées.

Cette transmission par la graine d'une débilité acquise sous l'influence de la greffe permettra peut-être de créer à volonté des variétés naines, en répétant ces expériences d'une façon suivie.

Pour la saveur, j'ai négligé de faire des recherches dans ce sens, pour la même raison que ci-dessus (Pois).

Dans ces genres de greffes, les modifications transmises par le greffon à ses descendants sont déjà bien accusées. Mais c'est surtout dans les greffes suivantes que cette transmission est particulièrement accentuée.

Navets sur Alliaire, racine âgée sur racine âgée. — Les semis m'ont donné des plantes manifestant un retour très marqué vers le type sauvage. Le tubercule était à peine indiqué.

Il faut en conclure qu'en greffant une plante potagère sur une plante sauvage pour obtenir des graines, on s'expose à *lui faire perdre ses qualités alimentaires.*

La réciproque sera-t-elle vraie? Autrement dit, une plante sauvage greffée sur une plante potagère pourra-t-elle devenir *alimentaire?*

Enfin, deux plantes potagères jouissant de propriétés différentes, donneront-elles, à la suite de leur greffe, des graines qui reproduiront des plantes ayant une saveur *intermédiaire* entre celles du sujet et du greffon?

La suite de mes expériences va démontrer qu'il peut en être ainsi.

Alliaire sur Chou vert, racine âgée sur tige jeune. — J'avais semé dans des carrés voisins, fumés de la même manière, des graines d'Alliaire greffée sur Chou vert et des graines de la même plante non greffée.

Celles-ci se sont développées comme à l'ordinaire. Chaque Alliaire avait six à dix tiges de 0^m65 de hauteur environ ; une racine principale peu ramifiée de 0^m02 à peine d'épaisseur et de 0^m15 à 0^m20 de longueur. Les feuilles, d'un vert jaunâtre, étaient assez distantes les unes des autres, et l'odeur d'ail était très accentuée au moindre frottement (Pl. 14).

Dans toutes les plantes issues de l'Alliaire greffée, on remarquait, dans chaque pied, de quinze à vingt-cinq tiges de 0^m40 de hauteur environ, plus vertes et moins dures que les précédentes; une racine principale de 0^m03 d'épaisseur, de 0^m30 au moins de longueur, charnue, vigoureuse, à ramifications nombreuses, charnues elles-mêmes. Les feuilles, très rapprochées, donnaient à toute la plante un aspect trapu très caractéristique ; elles étaient aussi plus vertes; leur odeur, moins caractérisée que dans la plante sauvage, semblait participer à la fois de celle du Chou et de l'Al-

liaire. L'odeur d'ail était peu sensible et n'apparaissait qu'après un frottement prolongé.

Les fleurs sont aussi restées plus ramassées en tête que dans la plante sauvage.

Les graines d'Alliaire avaient ainsi reproduit la diminution de taille du greffon, l'aspect trapu du Chou-sujet et en partie son odeur. A un plus grand développement de l'appareil assimilateur correspondait aussi celui de l'appareil absorbant (Pl. 15).

Voilà pour les différences extérieures.

Les différences anatomiques étaient aussi tranchées.

La racine des plantes greffées était moins ligneuse ; le parenchyme médullaire, fortement lignifié dans la plante sauvage, était ici à peine épaissi ; les arcs de sclérenchyme de l'écorce n'existaient pas comme dans la plante sauvage ; le cylindre vasculaire était considérablement réduit par rapport au liber et à l'écorce qui s'étaient, au contraire, beaucoup plus développés et étaient plus riches en réserves. Ces différences étaient sensibles à l'œil nu.

La tige était aussi plus tendre, moins riche en tissus ligneux ; la chlorophylle y était plus abondante, et la moelle n'avait pas de lacunes comme dans la tige de l'Alliaire sauvage.

Quant aux feuilles, à part le nombre beaucoup plus grand des grains de chlorophylle, elles ne présentaient aucune différence dans le nombre, la disposition et l'épaisseur des assises du parenchyme.

Navet rond à collet rose sur Chou de Mortagne, racine jeune sur tige jeune. — J'ai obtenu des résultats tout aussi caractéristiques avec les Navets venus des graines fournies par ces greffons.

Toutes les graines ont bien levé, malgré la sécheresse de l'été dernier. Le tubercule est resté plus petit dans ces plantes que dans les Navets témoins non greffés ; mais ces tubercules avaient un *goût spécial*, participant à la fois du Chou et du Navet.

Frappé de ce fait et désireux de le faire contrôler, j'ai fait goûter ces Navets à cinq personnes différentes *non prévenues*, qui toutes ont constaté cette saveur mixte très accusée, et cela sans hésitation.

J'ai, comme pour l'Alliaire, gardé à graines un certain nombre de pieds, car je désire savoir si ce goût se conservera par la suite, par conséquent si la variété sera fixée ou non.

Or, au moment de la floraison, quelques pieds fleurissent mal,

restent rabougris et ramassés en tête, exagérant ainsi un des caractères de la greffe; d'autres ont à la fois des branches normales et des branches trapues; enfin, un certain nombre n'ont que des branches normales.

J'ai remarqué aussi des variations plus ou moins accusées dans la forme des feuilles et leur couleur; elles étaient, dans certains pieds, plus vertes et moins découpées que dans les témoins. Ces différences étaient surtout marquées dans les pieds qui ont mal fleuri.

De ces diverses expériences, on peut conclure que le problème de l'hybridation par la greffe suivie de semis comporte au moins trois solutions :

1° Il peut se faire que la jeune plante issue des graines fournies par le greffon conserve intacts les caractères ancestraux de la variété.

Si cette influence n'est pas plus prononcée à la suite de greffes répétées, les variétés de ces plantes, créées par n'importe quel procédé, pourront se reproduire indéfiniment par la greffe suivies de semis et l'on n'aura plus à craindre de les voir dégénérer par la culture.

2° La plante obtenue par semis des graines d'une plante alimentaire greffée peut manifester un retour plus ou moins accentuée vers le type sauvage dont elle est issue.

Dans ce cas une semblable opération serait un contre-sens horticole, et l'on ne pourrait que nuire au perfectionnement d'une plante donnée en employant ce procédé.

3° La plante obtenue par semis des graines du greffon conserve tout ou partie des qualités nouvelles que celui-ci a acquises par un séjour plus ou moins long sur un sujet déterminé.

Dans ce cas, on peut arriver par un tel procédé, à modifier suffisamment des plantes sauvages pour les rendre alimentaires; à varier la saveur de plantes potagères par une combinaison raisonnée de variétés de qualités différentes, et obtenir ainsi des variétés nouvelles.

Conclusions

De l'ensemble des expériences que je viens de signaler, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° *On peut varier la saveur des légumes en les greffant sur des plantes de saveur différente;*

2° *La greffe des bourgeons à fleurs faite à une époque convenable retarde la floraison des Crucifères (Choux) ; ce retard fournit le moyen de supprimer l'hybridation par les insectes, etc., et, par suite, de conserver les variétés pures ;*

3° *Les graines fournies par un greffon peuvent être meilleures que celles fournies par la même plante non greffée. Outre l'avantage immédiat qui en résulte, on pourra peut-être, par ce moyen, régénérer et conserver les variétés usées ;*

4° *Il est impossible de greffer des plantes herbacées étiolées;*

5° *On peut, par la greffe suivie de semis, créer des variétés nouvelles.*

EXPLICATION DES PLANCHES 14 ET 15

PLANCHE 14. — *Alliaria officinalis* Andrz. — Plante issue des graines d'un pied d'Alliaire non greffé.

PLANCHE 15. — *Alliaria officinalis* Andrz. — Plante provenant des graines d'un greffon d'Alliaire placé sur Chou vert.

(Les photographies ont été faites à la même échelle).

REVUE DES TRAVAUX
PUBLIÉS
SUR LES CHAMPIGNONS
PENDANT LES ANNÉES 1891 A 1893

Basidiomycètes

I. *Généralités, Classification.* — La notion de Basidiomycète a été singulièrement élargie depuis que l'on a homologué la baside des Auriculariées au promycelium des Urédinées et Ustilaginées. C'est en s'appuyant sur cette assimilation que M. Brefeld a fondé le groupe des Hemibasidiées (comprenant Urédinées et Ustilaginées) qui correspond aux Hemiascées sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

M. Van Tieghem (1) de même a remanié la classification des Basidiomycètes et c'est en s'appuyant uniquement sur les modifications de la baside qu'il établit ses divisions. Le noyau de cet élément anatomique peut se diviser transversalement ou longitudinalement, ce qui permet de distinguer ainsi les *acrosporés* et les *pleurosporés*. Dans les deux cas la division peut être accompagnée de formation de cloison ou non, ce qui caractérise les *phragmobasidiés* ou les *holobasidiés*. Enfin la baside peut se former à l'extrémité d'un filament, par transformation *immédiate* de la cellule terminale, c'est ce qui a lieu chez les *euthybasidiés* ; mais, dans les Urédinées et les Ustilaginées, la baside est issue de la spore ou téleutospore ou *probaside* ; au printemps, de la probaside sort un tube qui se cloisonne et qui n'est autre que la baside : cette dernière catégorie correspond aux *probasidiés*.

En résumé, en tenant compte de ce fait que les spores sont nues ou protégées, on a la classification suivante :

Acrosporés	holobasidiés	euthybasidiés	Angiosporés. — *Lycoperdacées.*
			Gymnosporés. — *Agaricacées.*
		probasidiés	*Tilletiées.*
	phragmobasidiés		*Tremellées.*
Pleurosporées	holobasidés-angiosporés		*Tylostomées.*
	phragmobasidiés	euthybasidiés	Angiosporés. — *Ecchynées.*
			Gymnosporés. — *Auriculariées.*
		probasidiés, spores	en nombre déterminé — *Pucciniacées.*
			en nombre indéterminé — *Ustilagées.*

(1) Van Tieghem, J. de bot. 1893, p. 77 et 87.

II. *Appareils conidiens, Culture, Développement.* — La multiplicité des appareils conidiens semblait autrefois être un obstacle au rapprochement des Urédinées et des Basidiomycètes proprement dits. Cet obstacle n'existe plus maintenant, car les exemples d'Hyménomycètes pourvus d'une ou de plusieurs sortes de conidies deviennent de jour en jour plus nombreux.

M. de Seynes (1) a observé dans l'*Hydnum coralloides* un hyménium qui, au lieu de basides très rares, produisait des cellules couvertes à leur extrémité cylindrique de spores isolées ou en chapelet ; l'auteur n'a pu établir si cette production de conidies, qui est très analogue à celle du *Polyporus biennis*, était normale, faute de matériaux. Il a trouvé, en outre, fait jusqu'ici extrêmement rare, des chlamydospores sur des filaments du pseudohymenium. On connaît des chlamydospores analogues chez le *Nyctalis lycoperdoides*, leur culture a permis à M. Costantin (2) de confirmer un résultat de M. Brefeld ; il a pu faire germer cette chlamydospores sur des milieux stérilisés les plus variés et obtenir des champignons à chapeaux normalement construits, aussi développés que ceux qu'on trouve dans la nature, et pourvus de basides. En partant de la basidiospore, M. Brefeld avait obtenu des chlamydospores ; en faisant germer des chlamydospores, M. Costantin a reproduit des chapeaux à basides.

Si les chlamydospores sont jusqu'ici rares dans le groupe des Basidiomycètes, les conidies sont par contre de plus en plus communes à mesure que la connaissance de ces végétaux devient plus complète. M. Patouillard (3), qui a largement contribué à vérifier ce fait, surtout pour les Polyporées, a fourni un nouvel exemple de Polypore conidifère. Le *Polyporus bambusinus*, espèce du Tonkin, se présente sous trois formes : dimidiée, noduleuse et résupinée ; les conidies ne s'observent que sur la forme dimidiée et sur la forme résupinée ; M. Boulanger (4), pour une Thelephorée dégradée, le *Matruchotia varians*, a fait plus, il a trouvé les conditions dans lesquelles se produisent les conidies qui ne sont comme il l'établit que les basidiospores transformées.

M. Moeller (5), par une méthode très indirecte et très originale, est arrivé à établir le polymorphisme d'une Agaricinée de l'Amérique du sud, le *Rosites gongylophora* n. sp. Plusieurs naturalistes américains avaient établi que des fourmis de ce pays recélaient une matière fongique dans leur nid. Comment s'y produit-elle ? c'est ce que personne ne pouvait dire. On savait seulement que ces fourmis (du genre *Atta*) coupent des feuilles d'un grand nombre de plantes et transportent ces

(1) De Seynes. (Bull. de la Soc. myc., VII, 1891, p. 76-80.
(2) Costantin. (Rev. gén. de bot., 1891).
(3) Patouillard. (B. de la Soc. myc. VII, 1891, p. 101).
(4) Boulanger (Rev. gen. de bot., 1893).
(5) Moeller. *Die Pilzgarten einiger sudamerikanischer Ameisen* (Mitth. aus dem Tropen, VI, 128 p., 7 pl. Fischer, 1893).

fardeaux souvent énormes vers leurs nids. Ces feuilles, ainsi que l'a démontré M. Moeller, ne sont cependant pas des aliments pour ces animaux, car ils meurent d'inanition quand on les emprisonne avec elles dans un cristallisoir ; ils se nourrissent exclusivement de la matière fongique qui se trouve dans leur nid. Cette masse présente partout la même nature, elle n'est jamais mélangée ni à aucune moisissure étrangère, ni à aucune bactérie. Ce sont les fourmis qui fabriquent et cultivent ce champignon toujours le même. Dans le nid de l'insecte, il est toujours stérile, mais, dès qu'on l'en retire, il fructifie et donne des appareils conidiens toujours semblables. Le savant allemand a cultivé purement cette moisissure et il a constaté que les fourmis, toujours si difficiles quant au choix de leurs aliments, s'en nourrissaient sans hésitation. La culture n'a malheureusement pas permis de découvrir la forme parfaite du champignon ; par bonheur l'observation a permis de combler cette lacune et de découvrir le *Rozites*, Agaricinée voisine des Pholiotes, qui pousse sur les nids de fourmis et dont le pied est en continuité avec le mycelium qui remplit la demeure de ces curieux insectes. Il n'y a pas lieu de trop s'étonner en apprenant qu'un animal est aussi avancé que l'homme dans la culture des champignons, car combien d'industries humaines ont été longtemps et sont encore fondées sur l'empirisme le plus complet.

La culture pratique des champignons comestibles est encore tout à fait dans l'enfance, et on peut dire qu'une seule espèce, le *Psallista campestris*, est l'objet d'entreprises agricoles régulières qui se font surtout en France et principalement aux environs de Paris. Cette culture, pour être faite en grand et être rémunératrice, exige la connaissance des procédés empiriques à l'aide desquels on se procure du blanc vierge, ils ont été tenus jusqu'ici secrets. Même pour les cultivateurs parisiens, le hasard fait seul trouver ce blanc, en quantité limitée et pendant l'automne seulement. En partant de la culture de la spore, MM. Costantin et Matruchot (1) sont arrivés à obtenir un blanc pur et vierge qu'on peut avoir en quantité illimitée et en toutes saisons.

Dans l'état actuel des choses, l'étude scientifique du développement de la plupart des champignons supérieurs est rendue très difficile parce qu'on ne sait pas les cultiver. Aussi, pour avoir des notions précises sur l'évolution des formes d'un groupe, doit-on s'adresser aux espèces sociales qui peuvent fournir des échantillons de tous les âges appartenant sans contestation au même champignon. C'est la méthode que M. Rehsteiner (2) a été obligé de suivre pour écrire l'histoire de quelques Gastéromycètes. Il s'est attaché à connaître le développement des Hyménogastrées et des Lycoperdacées. Relativement au premier groupe, il a examiné des échantillons très jeunes des espèces suivantes : *Hymenogaster decorus* et *Klotzchii*, *Hysterangium clathroides* et *Rhizo-*

(1) Compt. rendus de l'Acad. sc., 3 juillet 1893.
(2) Rehsteiner. (Bot. Zeit., t. L, 2 pl.).

pogon rubescens. Il a montré, contrairement à l'opinion admise, que le tissu n'était pas homogène au début et qu'il ne se creuse pas ensuite de cavités sur la paroi desquelles se forme un tissu hyménial en palissade. Sur des individus extrêmement petits, la gleba est déjà différenciée : ce sont des bourrelets recouverts de tissu palissadique qui s'avancent vers une cavité interne, bourgeonnent latéralement et subdivisent la cavité primitivement unique en un grand nombre de loges. Dans le *Rhizopogon*, on distingue au début une partie médullaire présentant un réseau formé de pelotes réunies entre elles et séparées les unes des autres par des cavités ; c'est sur ces pelotes que naissent des bourrelets analogues aux précédents. Le développement des *Hymenogaster* présente certains rapprochements avec celui des *Phallus*, une certaine similitude est à signaler, au contraire, entre les *Hysterangium* et les *Clathrus*, tandis que le début des *Rhizopogon* rappelle celui du *Lycoperdon gemmatum*.

II. *Structure*. — Si la connaissance des stades jeunes fournit souvent des renseignements importants sur les affinités des espèces, l'étude de la structure de l'adulte mérite surtout à ce point de vue de susciter des recherches nouvelles. C'est dans cette voie que se sont portés les efforts de M. Van Bambeke (1). Il a recherché dans les Agaricinées la localisation de ce qu'il appelle les hyphes vasculaires de ces plantes. Ces éléments, dont les laticifères des Lactaires ne sont qu'une variété, ont été retrouvés dans 100 espèces appartenant à plus de 40 genres. Le nombre des vaisseaux, leur grosseur, leur forme, la nature de leur contenu varient avec les genres et les espèces. Leur localisation varie dans un champignon : on en rencontre dans le chapeau, le pied, les lames ; dans ces dernières, ils se terminent entre les éléments de l'hyménium, quelquefois par les cystides ; des terminaisons analogues s'observent sur le chapeau et le pied. Leur contenu se compose de résines, corps gras, glycogène, dextrine, etc. ; la présence du glycogène dans les vaisseaux, particulièrement à l'état jeune, indique que ces éléments anatomiques jouent un rôle important dans la répartition des matières nutritives.

Dans un autre ordre d'idées MM. Bourquelot et Arnould (2) ont étudié une particularité de structure des Bolets qui mérite d'être signalée. Ils ont examiné l'organisation du réseau qui couvre le pied de certaines espèces de ce genre (*B. luridus, satanas, edulis, felleus* et *appendiculatus*) et ont trouvé partout sur les mailles des basides et des spores. Ils ont retrouvé les mêmes organes de reproduction sur le pied de quelques Bolets écailleux (*scaber, lanatus, rugosus, granulatus*, pas dans *spadiceus*); dans ce cas, quand les spores sont tombées, les basides s'allongent et perdent leurs caractères.

(1) Van Bambecke. (Bull. de l'Ac. voy. de Belg., 3e série, XXIII, 1892, p. 472-489, 1 pl.)

(2) Bourquelot et Arnoult. (B. soc. myc., 1893, p. 76).

L'étude de la structure de certains sclérotes gigantesques sur la nature desquels on était peu fixé jusque dans ces derñiers temps a révélé leur nature nettement fongique. M. Fischer (1), après M. Prillieux, a examiné l'organisation du *Pachyma coccos*, connu depuis longtemps en Chine où il est employé en médecine, et trouvé aussi près de Berne en 1865 et dans la Charente-Inférieure en 1889. On n'a pas jusqu'ici trouvé la fructification de ce sclorate, mais grâce à M. Fischer d'une part et à MM. Cohn et Schrœter (2) de l'autre, on sait à quels champignons appartiennent quelques sclérotes semblables : ce sont des Polypores, des Lentines ou des Omphalies. Le *Pachyma Malaccense* est identique au *Polyporus sacer* de Madagascar ; le *Pachyma Wœrmanni* de Cameroun et de Madagascar a donné naissance au *Lentinus Wœrmanni* n. sp.; enfin du *Mylitta lapidescens* du Japon et des Indes orientales produit une fructification reconnue comme une espèce nouvelle, l'*Omphalia lapidescens* (3).

IV. *Tératologie.* — Si la structure normale des Basidiomycètes mérite un examen approfondi, l'étude des phénomènes tératologiques présentés par ces mêmes champignons pourra peut-être un jour jeter quelque lumière sur des phénomènes normaux encore mal connus.

Dans ce domaine, M. Vuillemin (4) a porté son attention sur le mode de naissance des hyméniums adventices. Il a vu apparaître dans des fossettes d'un chapeau d'*Hydnum* des aiguillons fertiles. Certains auteurs ont voulu expliquer cette anomalie par la soudure de deux lobes du chapeau, mais cette explication ne s'applique pas au cas d'un chapeau couvert d'aiguillons sur sa face supérieure à l'endroit où il se soudait au pied d'un individu voisin. On a dit que tous les filaments externes d'un champignon peuvent devenir basides quel que soit leur point d'émergence. Il faut que des conditions extérieures très spéciales soient réalisées pour que ce phénomène se produise. Quelles sont ces conditions? C'est ce que personne n'a étudié jusqu'ici.

Un certain nombre d'autres anomalies ont été signalées par M. Ferry (5), M. Voglino (6).

(1) Fischer. *Beiträge zur Kentniss exotischer Pilze II Pachyma coccos und ähnliche sklerotienartige Bildungen* (Hedwigia, 1891, p. 61-103, 8 pl. Rev. myc. 1891, p. 157-160).

(2) Cohn et Schroeter. (Abhandlung. Naturwiss. Verh. Hamburg XI, 16 p. et 1 pl.)

(3) Voir également Poisson. *Note sur un champignon du genre Mylitta*. (Bull. de la Soc. bot., XXXVI, p. 308).

(4) Bull. de la soc. myc., 1891, p. 26).

(5) Ferry. Anomalie morchelloide du Clitocybe nebularis. (Revue myc , 1893, p. 61. 1 pl).

(6) Voglino Sopra alcuni casi teratologici d'Agaricini. (Bull. della Soc. bot. ital., XXIII, 1891, p. 167). Osservazione sopra alcuni casi teratologici di Agaricini (Bull. della soc. bot. ital., 1892, p. 442).

M. Boudier (1) seul a étudié et découvert la cause de la production des tubercules pileux que l'on observe sur certains Agarics, ils se forment toujours autour d'un corps étranger ; le plus gros autour d'œufs de Diptères, les plus petits autour d'excréments d'insectes ou de grains de sable.

V. *Parasitisme et symbiose.* — Le parasitisme est un phénomène rare dans le groupe des Basidiomycètes, les *Exobasidium* ont fourni pendant longtemps l'exemple classique de ce mode de vie parmi ces champignons supérieurs. Le nombre des espèces de ce genre était d'ailleurs limité et on ne les connaissait guère que sur les *Rhododendron* et les Vaccinies. On a trouvé récemment (Krieger) dans les prairies de l'Elbe, près Königstein, l'*Exobasidium graminicolum* sur le *Bromus inermis.* M. Schinz a trouvé également dans le canton d'Uri un *Exobasidium schinzianum* sur les Saxifragacées, qui a été décrit par M. Magnus (2).

Un genre nouveau parasite de la Vigne a été décrit par MM. Viala et Boyer (3), l'*Aureobasidium vitis*, qui est voisin des *Hypochnus* et qui produit sur certaines vignes de France des dégâts heureusement peu importants.

Si le parasitisme des Basidiomycètes sur les végétaux est peu fréquent sur les animaux il est tout à fait exceptionnel, aussi le travail de M. Patouillard sur une Clavariée entomogène (4) mérite-t-il une mention spéciale. Ce champignon a été trouvé par M. de Lagerheien sur un Coléoptère de l'Equateur. L'insecte est traversé complètement par le parasite et est fixé par lui à la face inférieure des feuilles. La fructification de 3 à 4^{mm} présente des basides groupées par places de façon à constituer un hyménium disjoint. L'auteur a cru devoir créer pour cette espèce un genre nouveau *Hirsutella (H. entomophila)*, auquel il rattache le *Pterula serosa* Peck et le *Typhula gracilis* Berk et D.

Il semble qu'il y ait une relation entre le parasitisme et la symbiose dans un même ordre de champignons. Chez les Ascomycètes, le parasitisme est extrêmement commun, aussi bien sur les végétaux que sur les animaux, et les cas de symbiose constituent presque tout l'immense groupe des Lichens. Chez les Basidiomycètes, où le parasitisme est très rare, les cas de symbiose sont également très peu nombreux. Il résulte même des recherches de M. Hariot (5) d'une part et de M. Moeller (6) de l'autre que le nombre des Basidiolichens doit être singulièrement restreint.

(1) Boudier. Sur la cause de production des tubercules pileux de certains Agarics (Rev. gén. de bot., V, 1893, p. 29-35).

(2) Magnus. Ein neues Exobasidium aus der Schweiz., 4 p., 1 pl.

(3) Viala et Boyer. Rev. gén. de bot.

(4) Patouillard. Une Clavariée entomogène (Rev. myc., 1892, p. 67).

(5) Hariot. Observations sur les espèces du genre Dictyonema (Bull. soc. myc., 1891, p. 32).

(6) Moeller. Ueber die eine Thelephoree, welche die Hymenolichenen Cora, Dictyonema und Landatea bildet (Flora, 1893, p. 254).

Le premier de ces deux auteurs, en étudiant des échantillons d'herbier de tous les Hyménolichens, a trouvé toutes les transitions depuis les formes compliquées de *Dictyonema* jusqu'aux formes les plus simples de *Laudatea* (genre créé par M. Johow) et de *Rhipidonema* (genre créé par M. Mattirolo). Un même groupe symbiotique peut se présenter : 1° comme thalle cespiteux, dissocié, peu développé (*Laudatea, Dicty. laxum*); 2° comme thalle développé, spongieux, fibrilleux aux bords, réticulé, à trame peu serrée (*D. sericeum* et *spongiosum*) ; 3° comme thalle développé en lame pleine, non réticulé, ni soyeux, ni spongieux, à trame serrée (*Rhipidonema* et *D. irpicinum*). Les caractères invoqués par Montagne pour la création du *D. irpicinum* ne se rencontrent même pas sur tous les échantillons authentiques. Il n'est pas rare de rencontrer sur un même exemplaire des points constitués comme un *Laudatea*, tandis que d'autres ont l'organisation d'un *Dictyonema* typique. — Ces variations dépendraient du développement de l'Algue dans le Lichen. Si l'Algue est développée le Champignon l'est peu. Cette Algue est un *Eu-Scytonema* voisin du *Javanicum* ou *varium*. En résumé, d'après M. Hariot, il n'y aurait qu'une espèce, le *Dyctyonema sericeum*, qui serait susceptible de variations presque indéfinies ; cette espèce se retrouverait partout : en Angleterre, à Hongkong, etc.

Les faits annoncés dans ce travail pouvaient laisser des doutes dans l'esprit, au moins quant à leurs conclusions dernières. Une confirmation ne semblait donc pas inutile. M. Moeller, qui paraît avoir ignoré le travail précédent, s'est occupé d'une question semblable. Il a trouvé, et ce fait est d'accord avec la théorie de Schwendener, qu'un même Champignon pouvait donner deux Lichens. Les *Cora* sont associés à des *Chroococcus*, les *Dictyonema* et *Laudatea* à des *Scytonema*. Sur un gazon de *Dictyonema* des lames de *Cora* peuvent se produire. L'auteur a observé une forme *Laudatea* chez un *Cora*. *Dictyonema* et *Laudatea* ne sont d'ailleurs que des aspects d'un même Lichen. Enfin, entre des échantillons de *Cora* M. Moeller a observé des échantillons d'une petite Thélephorée pure qui, par sa forme et son aspect, ressemblait à un Lichen. L'étude de ces deux plantes, de la structure de leur hymène et de la germination de leurs spores, ont permis de conclure à l'identité du Lichen et de la Thélephorée.

VI. *Espèce lumineuse.* — Une nouvelle espèce lumineuse a été signalée à Tahiti. C'est, d'après M. HARIOT (1), un *Pleurote*. Les femmes du pays s'en servent comme ornement le soir.

VII. *Cellule.* — L'étude de la cellule des Basidiomycètes est en somme jusqu'ici assez peu avancée, il y a cependant vraisemblablement des faits intéressants à y relever. M. WAGER (2) a trouvé dans les jeunes basides de *Coprinus stercorarius* deux noyaux qui, plus tard, se

(1) Hariot. (J. de bot., 1892, p. 411).

(2) Wager. *On the nuclei of the Hymenomyceta* (Ann. of Botany, VI, 1892, p. 146-148).

fusionnent. Ce noyau possède la même structure que celui des plantes élevées, il se divise bientôt en quatre par karyokinèse d'après un processus qui diffère par quelques points du schéma karyokénétique normal. Dans la spore mûre, il y a deux noyaux. Quelle est l'origine des deux noyaux primitifs de la baside ? Quelle est la signification de la fusion de ces deux noyaux primitifs ? C'est ce que l'auteur ne dit pas.

Passons maintenant en revue les travaux ayant rapport à la systématique.

VIII. *Monographies de Familles ou étude de genres.* — Une nouvelle famille d'abord à signaler, d'après M. Giesenhagen (1), celle des Urobasidiées à basides cloisonnées transversalement comme dans les Auriculariées, mais formées seulement de deux basides inégales. Le genre *Urobasidium* type de cette famille a été découvert sur des excroissances produites par une Aspidie par un Taphrine. Une monographie très complète des Thelephorées est due à M. Massee (2). Comme étude spéciale d'un genre on peut signaler, celle du genre *Cortinarius* de M. Britzelmayr (3), du genre *Russula* de Rommel (4), des Lactario-Russulées de M. Delogne (5), des *Clitopilus* de M. Peck (6).

La place du genre *Pompholix* était restée douteuse, M. de Jaczewski (7) a montré que c'était une Sclerodermée.

IX. *Genres nouveaux.* — De nombreux genres nouveaux ont été définis par M. Karsten (8) dans son étude critique des 1255 espèces de Gasteromycètes et Hymenomycètes de la Finlande (*Physisporinus*, *Elfvingia*, *Kneiffiella*, etc.), leur nombre est trop grand pour que nous puissions les énumérer, ce sont surtout des champignons inférieurs. M. Massee (9) a décrit trois genres nouveaux : *Gloiocephala* (une Clavariée à baside monospore), *Mycodendron* (voisin des *Merulius*) et *Thwaitescella* (séparé de *Radulum*). Plusieurs genres de Protobasidiomyçètes intéressants sont aussi à noter : *Dacryopsis* de Massee (10), *Heterochaete* et *Helicogloca Sirobasidium Septobasidium* de MM. Patouillard et de Lagerheim (11). Le genre *Sirobasidium* est particulièrement intéressant par ses basides se formant successivement les unes au dessous des autres de sorte qu'on a des chapelets de basides cloisonnées longitudinalement.

(1) Flora, LXXVI, 1892, p. 13c, 2 pl.
(2) J. of the Linnean soc., XXV, p. 107-155, pl. XLV-XLVII.
(3) Bot. centralbl. t. 51. p. 1 et 33.
(4) Rommel. *Observationes mycologicae I. Du genere Russula* (Oefvers. af. Kongl. Vetensk. Akad. Stockholm Förhandlingar, 1891).
(5) Soc roy. de bot. de Belg., XXX, II, p. 70-106.
(6) Peck. *New-York species of Clitopilus* (42, Report of St. N.-Y., p. 39).
(7) Jaczewski. *Note sur le Pompholix sapidum Corda* (Bull. de la soc. myc., 1893).
(8) Karsten. *Kritisk Ofversigt of Finlands Bas ids vampar* Helsingfors.
(9) Massee. Grevillea, déc. 1892, p. 1, 33. — J. of Botany, 1891, XIX, p. 1, 1 pl.
(10) Massee, (J. of Myc., VI, 1891, p. 178).
(11) Soc. Myc., 1892, p. 113-140. — J de bot., 1892, p. 465 ; id., VI, p. 61.

Un genre nouveau de Phalloïdées a été étudié par M. MORGAN et M. THAXTER (1), le genre *Phyllogaster*.

Enfin, nous terminerons en signalant en note (2) un certain nombre de travaux qu'il nous est impossible d'analyser faute de place.

(1) J. Cincinnati. Soc. Nat. Hist., XV, 1893, p. 171, et Bot. Gazette.

(2) Quélet. *Sur l'autonomie des Lepiota haematosperma et echinata* (Rev. myc., 1893, p. 69). — Pirotta. *Sul Geaster fornicatus* (Bull. d. Soc. bot. ital. 1893, p. 325). — Cooke. *Species of Hydneae* (Grev. XX, p. 1-4) ; *species of Cyphellae* (id. p. 9-10). — Ellis et Everhardt. *Some new species of Hymenemycetous Fungi* (J. of Myc. V., p. 24). — Bresadola. *Di due nuo ve species di Imenomiceli* (B. della Soc. bot. ital. XXIII, 1891, p. 158). — Chodat et Martin. *Contribut. mycol.* (B. des trav. de la Soc. bot. de Genève, 1890). — Prillieux et Delacroix. *Hypochnus solani* (B. Soc. myc. 1891. — Quélet. *Desc. des champ nouv. de L. Brondeau* (Rev. myc. 1892, p. 64) ; *Observ. sur le genre Gyrocephalus* (Rev. myc. 1891, p. 66) ; *Obs. sur le genre Ombrophila* (id. p. 67). — Oudemans (Hedwigia 1892, p. 133 et 183). — Theorin. *Hymenomy-Falunenses* (Bot. Notiser 1892, p. 97). — Bresadola. *New genus of Thelephorei* (Grev. XX, p. 121. — Ferry. *Craterellus Queletii* (Rev. myc. XIV, p. 96). — Hariot. *Hexagonia Sacleuxii* (J. de bot. VI, p. 19). — Arcangeli (Bull. soc. bot. ital. 1892, p. 158). — Fischer. *Beitr. zur kenntniss exotischer Pilze.* (Hedw. 1893, p. 50). — Bresadola. *Imenomiceti nuovi* (B. soc. bot. ital. 1892. — Boudier et Pat. *Nouv. Clav. de France* (Soc myc. VIII). — Hariot. *Trametes hispida et Trogii* (J. de bot. V, p. 353). — Le Covec. *Note relat. à la coul. des spores de 99 espèces du genre Tricholome* (B. de la Soc. Linn. de Norm , 4ᵉ série, 1892, p. 178. — Hennings. *Zwei exotische Pilze des Berliner Palmenhauses* (Verh. bot. Ver. Prov. Braudenb. 1890). — Karsten. *Fragmenta mycologica* (Hedwigia, 1891, p. 246, 298, 301 ; 1893, p. 119). — Starbaeck (Bot. centralbl., t. 46, p. 259, 315). — M'Millian. *Carnivorous Fungus* (Bot. Gaz. XVII, 1892, p. 381). — Olivier. *Un Champ. nouv. pour la France, Battarea phalloides* (Soc. myc., 1892, p 194). Patouillard. *Phlyctospora maculata*, nouv. gastér. de la Chine (Soc. myc. 189 .

(*A suivre*).

J. COSTANTIN.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

Les différents rayons du spectre solaire influent inégalement, comme on sait, sur le phénomène chlorophyllien : les uns sont indispensables, les autres, au contraire, à peu près inutiles. Pareille inégalité d'action s'observe, d'après les expériences de M. Sachs, pendant la formation des fleurs : les rayons ultra-violets, en particulier, paraissent jouer ici un rôle important, leur élimination nuit à la floraison.

M. Sachs, en 1886, constate ce fait en cultivant des Capucines dans de grandes caisses où la lumière pénétrait d'un seul côté : ces Capucines ne fleurirent pas ou produisirent seulement quelques boutons atrophiés, chaque fois qu'il interposa, devant le côté ouvert, un bocal, en verre incolore, rempli d'une solution de sulfate de quinine.

Mais ces essais furent assez peu nombreux, et toujours tentés sur la même espèce. Comme cependant les conclusions que l'auteur en tire ont une certaine importance physiologique, M. C. DE CANDOLLE (1) a jugé, non sans raison, qu'il n'était pas superflu de refaire quelques expériences analogues sur d'autres plantes.

Il a opéré sur des Lobelia à fleurs bleues (*Lobelia Erinus*). De plus, il a employé, outre le sulfate de quinine, des solutions d'asculine.

La solution d'asculine, comme celle de sulfate de quinine, a la propriété d'intercepter les rayons ultra-violets. Elle jaunit un peu plus vite que cette dernière, mais elle conserve encore pendant un certain temps son action et elle a l'avantage d'être très facile à préparer.

M. C. de Candolle a observé que la privation des rayons ultra-violets ralentit bien et diminue très notablement la floraison des Lobelia ; cependant elle ne paraît pas la supprimer complètement. Les Lobelia placés derrière la couche d'asculine ont fleuri beaucoup moins abon-

(1) C. de Candolle : *Etude de l'action des rayons ultra-violets sur la formation des fleurs* (Archives des sciences physiques et naturelles. Septembre 1892.

damment que les Lobelia placés derrière un vase contenant de l'eau; quelques fleurs seulement se sont épanouies.

Maintenant, s'il paraît prouvé que les rayons ultra-violets, compris entre les raies H et N du spectre solaire, favorisent la floraison des plantes, ou, tout au moins, de certaines espèces, il reste encore à savoir de quelle manière ils agissent.

Est-ce, selon l'hypothèse de Sochs, en provoquant dans les feuilles la formation de substances anthogéniques spéciales, ou bien ne doit-on pas plutôt supposer que ces rayons exercent une influence stimulante sur l'ensemble de la plante, soit en produisant, dans les tissus, quelque réaction chimique utile à tous les organes, soit, d'une façon plus directe, en augmentant la force vive du protoplasme, influence qui se transmettrait de proche en proche, des parties éclairées à celles qui ne le sont pas, telles que les racines et l'intérieur des bourgeons à fleurs.

Cette seconde hypothèse aurait l'avantage de rendre compte de l'affaiblissement sensible, quoique peu accentué, que manifestent toujours les plantes cultivées à l'abri des rayons ultra-violets, comparées à celles qui en éprouvent les effets. On sait que les rayons les plus réfrangibles de la partie visible du spectre solaire sont ceux qui influent le plus sur les tensions et sur les mouvements héliotropiques, et il serait plausible d'attribuer une action dynamique analogue aux radiations encore plus réfrangibles qui leur succèdent dans la région invariable du spectre.

Il ne faut pas oublier, non plus, que la formation des fleurs n'a jamais été radicalement supprimée chez les plantes soustraites à l'influence des rayons ultra-violets. Ceci semble exclure l'hypothèse de la production, par ces mêmes rayons, de substances indispensables à cette formation, et dont de très petites quantités seraient pourtant suffisantes ; il est, en revanche, tout naturel que la privation d'une certaine influence stimulante, propre à ces rayons, empêche plus ou moins la formation des fleurs sans la supprimer tout-à-fait.

Un des effets bien connus de la gelée sur les plantes est d'amener la dessiccation rapide des jeunes pousses. Ce phénomène paraît montrer qu'il survient dans les parties gelées, au moment du dégel, des modifications qui portent, soit sur la transpiration, soit sur l'absorption, soit à la fois sur l'une et l'autre.

M. Prunet (1) a étudié expérimentalement la nature et l'étendue de ces modifications, en prenant pour exemples la Vigne, la Fève, le Pêcher, le Poirier et le Chèvrefeuille.

Le refroidissement a été obtenu par l'évaporation rapide de l'éther. En réglant convenablement la vitesse de cette évaporation, il est pos-

(1) A. Prunet : *Sur les modifications de l'absorption et de la transpiration, qui surviennent dans les plantes atteintes par la gelée* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Nov. 1892).

sible d'atteindre, plus ou moins promptement, la température désirée, et de la maintenir constante aussi longtemps que cela est nécessaire.

Avec les plantes ainsi traitées, M. Prunet a constaté que, toutes choses étant égales, les pousses gelées vaporisent, dans le même temps, après le dégel, des quantités d'eau beaucoup plus considérables que les pousses non gelées.

Mais cette forte production de vapeur résulte-t-elle de la transpiration ou de l'évaporation ? Pour l'établir, l'auteur a placé les pousses et les feuilles, à leur sortie du réfrigérant, sous une cloche de verre renfermant de l'air saturé d'humidité. Or, il n'y a pas eu de vaporisation d'eau. Les pertes d'eau éprouvées par les plantes gelées, après le dégel, sont donc le résultat, non d'une transpiration, comme on l'observe dans les plantes normales, mais d'une simple évaporation.

En outre, l'absorption de l'eau par les pousses gelées est très réduite, ou même nulle, au moins pendant les premières heures qui suivent le dégel, c'est-à-dire au moment où la vaporisation présente une intensité considérable.

La dessiccation, plus ou moins rapide, des bourgeons ou des jeunes pousses qui ont subi l'action d'un froid très vif est donc due à la coexistence, au moment du dégel, d'une évaporation intense et d'une absorption faible ou nulle.

Il ne faut pas oublier que, chez les plantes non gelées, une élévation rapide de la température accroît l'intensité de la vaporisation et, en même temps, ralentit ou même supprime momentanément l'absorption. D'après plusieurs expériences, faites par M. Prunet, ce serait cependant commettre une erreur que d'attribuer simplement à cette même cause les modifications qui viennent d'être décrites ; elles tirent leur origine de perturbations profondes produites dans les propriétés anatomiques par la congélation.

Toutes choses étant égales, et jusqu'à une certaine limite, qui est d'ailleurs variable, l'absorption et surtout la vaporisation sont d'autant plus modifiées que le refroidissement a été plus intense et de plus longue durée.

La plante absorbe-t-elle, par ses feuilles, l'eau à l'état liquide ; et si elle l'absorbe, comment se fait cette absorption ? Sur ces deux points, beaucoup de travaux ont été faits, notamment par de Candolle, Duhamel, Sennebier, Boussingault, Bonnet, MM. Duchartre, Boehm, Wiesner, Chmielewsky, etc., et les résultats ont été parfois contradictoires.

Cependant, en les rapprochant et les comparant, M. Burgerstein (1)

(1) A. Bürgerstein : *Uebersicht der Untersuchungen über die Wasseraufnahme der Pflanzen durch die Oberfläche der Blätter* (Jahresbericht der Léopoldstadter Communal-Real-und Obergymnasiums in Wien, 1891).

croit pouvoir, après un examen attentif des différentes méthodes employées, considérer comme bien établis les faits qui suivent :

Les feuilles absorbent, par leur face supérieure, l'eau à l'état liquide.

Cette absorption a été constatée chez les feuilles les plus variées, poilues et glabres, pourvues et dépourvues des stomates, chez celles qui ont l'épiderme mince comme chez celles où il est fortement cuticularisé, dans les cas où la surface est nue comme dans ceux où elle est cireuse.

On retrouve aussi cette propriété chez les espèces qui diffèrent le plus entre elles au point de vue de l'organisation, du mode de vie ou de la place qu'elles occupent dans la classification.

L'intensité du phénomène dépend de la structure anatomique et de la teneur en eau des feuilles. Les feuilles poilues, par exemple, présentent une absorption énergique. Il est clair aussi que les feuilles qui, par transpiration, ont subi une grande perte d'eau en reprennent de plus grandes quantités que les feuilles fortement turgescentes. Quant à la structure anatomique, ses relations avec l'absorption sont encore mal connues.

L'eau pénètre dans l'intérieur de la feuille par les cellules de l'épiderme, par les poils et par les stomates.

L'épiderme inférieur absorbe plus énergiquement que l'épiderme supérieur, et cela pour trois raisons : il est plus faiblement cuticularisé, il est aussi généralement plus poilu, et il présente un plus grand nombre de stomates.

Il convient de dire que la quantité d'eau que la plante, placée dans ses conditions normales, reçoit par cette voie est en général trop faible pour que le phénomène ait quelque importance physiologique. Seules font exception les épiphytes sans racines, et aussi certaines plantes xérophiles pour lesquelles l'absorption de la rosée ou de l'eau de pluie par les parties aériennes est une nécessité vitale.

Les études faites en ces derniers temps sur la germination sont assez nombreuses ; et, par une coïncidence qui ne doit pas étonner si l'on réfléchit que c'est en microchimie surtout que nos connaissances actuelles sont le plus incomplètes, plusieurs des mémoires publiés portent sur le même point, à savoir : la localisation des corps gras dans la graine, les transformations que ces substances subissent pendant le développement de l'embryon en plantule, enfin leur mode de cheminement à travers les tissus.

Les analyses antérieures de M. Husemann ont établi, pour la graine de Ricin non encore germée, la composition chimique suivante : eau, 6 pour 100 ; matières azotées, 19 ; huile, 66 ; matières non azotées solubles, 3 ; bois, 2 ; cendres, 3. M. Leclerc du Sablon (1) a recherché comment cette composition se modifie au cours de la germination.

(1) Leclerc du Sablon : *Sur la germination du Ricin* (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, oct. 1893.

D'après ses expériences, la teneur en huile diminue dans la plantule et dans l'albumen, à mesure que la radicule s'allonge.

Dans la plantule, elle diminue, dès le début, très rapidement, et reste ensuite voisine de 8 %.

Dans l'albumen, la disparition de la matière grasse est plus lente, mais cependant continue jusqu'à la fin de la période germinative, c'est-à-dire jusqu'au moment où les cotylédons sortent de l'albumen ; la proportion est alors de 10 %.

La quantité d'acides gras augmente, assez irrégulièrement du reste, à mesure que la germination s'avance. Elle s'élève de 0,1 % à 0,5. Elle atteint son maximum, dans la plantule, quand la radicule a environ un centimètre de longueur.

Le glucose est toujours peu abondant dans la graine, mais il y en a formation très rapide dès que commence la période germinative. Il provient vraisemblablement des corps gras.

Lorsque l'albumen est isolé, sa teneur en huile diminue beaucoup plus vite que dans les conditions normales ; et il y a aussi, en même temps, beaucoup plus de glucose, au début du moins ; car, après être passée par un maximum, la quantité de ce corps diminue. Il est sans doute alors mis de nouveau en réserve, et sert à former différents composés, tels que l'amidon, dont M. Van Tieghem a depuis longtemps signalé la présence.

La production d'amidon ou de sucre aux dépens de l'huile, dans les graines oléagineuses, est admise depuis les travaux de M. Sachs, complétés par ceux de MM. Detmer, Fischer, Brown et Morris, etc.

Le sucre proviendrait d'une transformation de la glycérine, transformation dont M. Fischer a démontré la possibilité ; les acides gras, d'autre part, peuvent aussi, comme l'a fait remarquer M. Detmer, donner de l'amidon, par oxydation.

Toutefois il reste toujours à découvrir par quel mécanisme se produit le premier de tous ces phénomènes chimiques, le dédoublement de l'huile en acide gras et glycérine. Car il n'est pas douteux qu'il y ait saponification ; M. Müntz, dès 1871, signalait la formation d'acides gras pendant la période germinative. Cet auteur ne put, il est vrai, constater la présence de glycérine, mais M. Schutzenberger, en 1876, montrait que, si l'on met des graines oléagineuses dans l'eau, il se produit une émulsion ; puis de la glycérine et des acides gras apparaissent.

Or sur le mécanisme de cette saponification les avis diffèrent : pour certains auteurs, le dédoublement est provoqué par un ferment ; pour d'autres, il est dû à une action propre du protoplasme.

M. Green (1), à la suite de ses expériences sur le Ricin, conclut en faveur de la première de ces deux théories.

(1) J. R. Green : *On the germination of the seed of the Castor-oil plant.* (Proceedings of the Royal Society, 1890).

Les modifications chimiques qui se produisent pendant la germination de la graine de Ricin sont dues en grande partie à des ferments solubles.

L'un est une trypsine, qui transforme les matières protéiques en peptones, puis en corps cristallisés, tels que la tyrosine.

Le second dédouble l'huile en glycérine et acides gras; un extrait d'albumen par l'eau salée, mis en contact avec une émulsion d'huile de ricin, donne, en effet, après un temps très-court, de la glycérine et des acides gras; en dehors de la graine, la transformation ne va pas au-delà.

Enfin il y a un dernier ferment, capable de coaguler le lait; on ne peut dire, jusqu'alors, quel rôle il joue dans la germination.

Tous ces ferments sont à l'état de zymogènes dans la graine au repos; ils n'entrent en activité qu'au moment où la plantule se développe. Les extraits de graines, en effet, n'ont d'action ni sur la fibrine, ni sur l'huile de ricin. Ils ne deviennent actifs que si on les chauffe préalablement à 35°, avec de l'acide acétique faible; ils le deviennent, à vrai dire, d'eux-mêmes au bout de huit jours, mais très faiblement. On obtient encore un extrait actif en traitant les graines par l'acide acétique.

Les changements dus à l'action de ferments sont suivis d'autres, qui ne peuvent avoir lieu que dans la cellule vivante. Ceux-ci proviennent surtout d'une oxydation peu intense. On trouve, en effet, dans la graine germée, du sucre et un acide végétal, cristallisable, soluble dans l'eau et dans l'éther, dialysable. Cet acide prendrait naissance par l'oxydation des acides gras que le ferment met en liberté.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.

Phototypie Bellotti St-Etienne

Alliaria officinalis, de graine d'individu sauvage.

Phototypie Bellotti St-Etienne

Alliaria officinalis, de graine d'individu greffé sur Chou.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la ***Revue.***

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la ***Revue générale de Botanique :***

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — BORNET : *Ectocarpus fulvescens.* — GUIGNARD : Développement et constitution des anthérozoïdes ; BONNIER : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — JUMELLE : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — KOLDERUP-ROSENVINGE : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — DE PLANTA : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — DE SAPORTA : Inflorescences des Palmiers fossiles. — DUPRAY : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — PRILLIEUX : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — DUFOUR : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — TRABUT : L'*Abies numidica.* — SEIGNETTE : Recherches sur les tubercules. — COSTANTIN ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — POULSEN : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — MASCLEF : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (LECLERC DU SABLON); sur les Champignons (COSTANTIN) relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR); sur les Lichens (HUE); sur les plantes de l'Asie (FRANCHET) ; de physiologie végétale (JUMELLE) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte)*.— BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ*. — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale.— LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées; Les folioles anormales du *Vicia sepium*.— JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY); de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE); des Lichens (HUE); d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — (*560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte*). — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex*. — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILIAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genr *Riella*. — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europœum*.

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV —(*588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte*). — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii*. — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON: Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane.— PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Réviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone*. — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum*. — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (PRUNET) : des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — (*544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte*). — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea*. — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix*. — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians*. — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Octobre 1894

N° 70

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1894

I. — LES INFLORESCENCES EN BOTANIQUE DESCRIPTIVE (avec figures dans le texte), par **M. F. Hy**. . 385

II. — SUR UNE USTILAGINÉE PARASITE DE LA BETTERAVE *(ŒDOMYCES LEPROIDES)* (avec une planche), par **M. L. Trabut** 409

III. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES CHAMPIGNONS pendant les années 1891 à 1893, par **M. J. Costantin** *(suite)*. 411

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 424

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

Planche 16. — *Œdomyces leproides* Trab.

Cette livraison renferme en outre quinze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

LES INFLORESCENCES

EN BOTANIQUE DESCRIPTIVE

par **M. F. HY.**

L'étude des inflorescences intéresse à la fois les botanistes descripteurs et ceux qui se préoccupent des lois de la symétrie générale chez les plantes. Aux premiers elle doit fournir un moyen simple de classer les combinaisons florales et une nomenclature qui, tout en s'écartant le moins possible de la terminologie reçue, exprime avec précision les cas les plus fréquents et les mieux définis.

Cette première partie, toute pratique, comporte par là même une méthode spéciale. Comme elle doit viser à simplifier une question éminemment complexe, il lui faut, pour atteindre ce but, négliger souvent, malgré leur importance théorique, des caractères fugitifs ou d'une constatation minutieuse pour d'autres plus évidents et reconnaissables aux divers âges des organes considérés.

De même, au sujet de la nomenclature, les lois rigoureuses de la priorité doivent à l'occasion fléchir devant un usage dûment établi. Il convient de modifier et d'améliorer un langage défectueux, plutôt que tenter un changement radical, en lui substituant de toutes pièces un nouvel idiôme plus classique, peut-être, mais d'une application laborieuse.

C'est faute, sans doute, d'avoir observé ces règles que les nombreux et savants mémoires qui ont traité des inflorescences n'ont eu presqu'aucune influence jusqu'ici sur la langue couramment usitée en botanique descriptive. Il suffit, pour s'en convaincre, d'ouvrir une de nos Flores, même parmi les plus soignées; non-seulement les incorrections y fourmillent, mais, ce qui est plus grave, peut-être, on y constate l'omission d'une

foule de caractères tirés de l'inflorescence qui pourraient avantageusement préciser les descriptions des espèces, des genres et même d'autres divisions d'ordre plus élevé.

En nous plaçant à ce point de vue pratique, nous essaierons ici de grouper les combinaisons florales autour de certains types faciles à définir. La simplicité, sans doute, ne doit pas exclure les qualités plus importantes, et ce serait une grave erreur de s'attacher au début d'une étude à une méthode défectueuse sous le fallacieux prétexte qu'elle est de conception aisée. Mais, pour plus de clarté, nous commencerons par exposer notre manière de classer les inflorescences, sauf à la justifier ensuite. On remarquera d'ailleurs que cette classification, loin de contredire les principes généralement admis, n'en est que l'application logique. C'est, en effet, aux caractères consacrés par l'expérience et la tradition que nous nous attacherons de préférence, à ceux qui ressortent de la position, de la grandeur et du nombre des membres, et qui, en un mot, donnent à l'ensemble du corps végétal et à ses diverses parties leur physionomie propre et leur véritable symétrie.

D'autres méthodes, fondées sur l'ordre d'apparition des fleurs, malgré l'importance qui s'attache d'ordinaire aux questions du développement, ne présentent pas ici le même degré de précision et de généralité. On peut, en effet, considérer soit la formation primordiale des membres, soit leur croissance ultérieure au moment où les organes deviennent adultes.

Or, dans le premier cas, il est remarquable que les indications organogéniques ne diffèrent pas généralement de celles fournies par la morphologie ; dès lors, à quoi bon recourir à une méthode qui n'apporte aucun avantage particulier, et offre un inconvénient grave, inhérent aux difficultés mêmes de l'observation ? Si l'on envisage, au contraire, l'évolution tardive, on la voit soumise à une foule de variations, dues à des causes physiologiques et autres, qui la mettent souvent en contradiction avec les données précédentes. Nous aurons plus loin l'occasion d'étudier avec détails les faits de cette nature ; inutile de nous y arrêter dès maintenant. S'ils montrent combien sont peu fondées les divisions proposées pour les inflorescences d'après l'ordre d'épanouissement des fleurs, nous verrons toutefois que, dans la pratique, on peut souvent s'aider de cette méthode, pour sa commodité, et en tirer des indica-

tions précieuses, à la condition de les subordonner toujours aux caractères proprement morphologiques.

Parmi ces derniers, la notion des axes définis et indéfinis introduite dans la science par Rœper (1) et vulgarisée par de Candolle, mérite encore assurément la haute faveur dont elle a joui. Les fleurs ne sont, on le sait, que des rameaux raccourcis, des bourgeons modifiés en vue de produire la graine. Ces petits axes sont régulièrement définis, c'est-à-dire qu'ils s'épuisent après avoir donné dans leur ordre et leur nombre normal leurs divers organes appendiculaires; toute fleur termine donc un rameau à quelque degré qu'il appartienne.

Parfois c'est la tige principale elle-même qui se trouve ainsi déterminée par une fleur; il convient alors de désigner par une dénomination particulière cette fleur remarquable, qui est la *prime-fleur* de la plante. La tige est ainsi définie. Souvent, au contraire, l'axe principal s'épuise en donnant naissance à des fleurs latérales sans se terminer lui-même par aucune fleur spéciale. Dans ce cas il n'y a pas de prime-fleur à proprement parler et l'axe reste indéfini.

Tout comme les tiges entières, leurs extrémités fleuries, ou inflorescences, se rangent aisément d'ordinaire en l'une ou l'autre de ces deux catégories, les unes avec une prime-fleur ou définies, les autres qui en manquent ou indéfinies.

Beaucoup de botanistes s'en tiennent là pour grouper les inflorescences simples en deux grandes séries, constituant les *cymes* et les *grappes*.

Plusieurs, toutefois, frappés du peu d'homogénéité que présente le premier de ces groupes, en ont distrait avec raison les *dichases* ou cymes bipares. Tout contraste, en effet, entre ces deux sortes d'inflorescences, dont les unes sont spiralées ou bilatérales avec un faux-axe, tandis que les autres sans faux-axe se montrent polysymétriques. Ajoutons qu'elles sont séparées par un caractère d'une évidence parfaite, auquel on attache une importance de premier ordre dans l'étude connexe de la Phyllotaxie, et qui consiste en ce que les fleurs florales ou bractées sont isolées dans les vraies cymes, réunies plusieurs au même nœud dans les dichases.

La même division s'impose pour les inflorescences indé-

(1) Mélanges botaniques de Seringe, vol. II, p. 71. Genève, 1826.

finies; aussi reconnaîtrons-nous, à côté des vraies grappes à fleurs isolées, les *thyrses* qui en diffèrent essentiellement par leurs nœuds à fleurs opposées ou verticillées. Cette notion du thyrse diffère, sans doute, de celle donnée jadis par de Candolle et complètement oubliée aujourd'hui (1). Sa compréhension, toutefois, demeure d'accord sur beaucoup de points, c'est pourquoi elle mérite d'être remise en lumière sur des bases précises qui faisaient défaut à l'ancienne. En somme, c'est une inflorescence qui diffère de la grappe comme le dichase de la cyme.

Enfin, ces quatre types fondamentaux ont encore besoin d'être complétés par deux séries d'intermédiaires, qui ont bien été entrevues, mais non définies nettement jusqu'ici.

De Candolle avait montré le premier aussi qu'entre les inflorescences définies et indéfinies il en est d'autres qualifiées par lui de *mixtes* parce qu'elles possèdent des caractères communs avec les deux précédentes. Seulement, il ne comprenait, à tort, dans ce groupe, que des inflorescences composées, c'est-à-dire résultant de l'association de plusieurs variétés de cymes et de grappes. En réalité, il existe un grand nombre de combinaisons florales très simples et nettement mixtes, qui méritent une distinction et une dénomination spéciales. C'est donc une seconde lacune à combler dans la nomenclature communément usitée; aussi, dans le système qui va suivre, on trouvera intercalée la catégorie des inflorescences mixtes, sur le même rang que les autres, entre lesquelles elle ménage la transition.

De ces remarques préliminaires sommairement exposées résulte dès maintenant la facilité de disposer les inflorescences simples autour de six types bien définis. Le tableau suivant fera ressortir les relations principales de ces types; il restera ensuite à établir leurs caractères généraux, et à justifier ceux des noms dont l'introduction s'impose.

INFLORESCENCES SIMPLES

		INDÉFINIES —	MIXTES —	DÉFINIES —
A fleurs . . .	Isolées.	grappe	anthèle	cyme
	Verticillées	thyrse	thyrsoïde	dichase

(1) Organographie végétale, page 417.

1re Série. — **Inflorescences à bractées et pédoncules alternes.**

I. — Grappe.

Pas de prime-fleur. Les pédoncules, ordinairement axillaires, sont tous du 2e degré par rapport à l'axe commun qui les porte. L'évolution générale est progressive ou centripète; l'ordre est marqué par la spirale des bractées-mères, quand elles existent, et leurs divergences les plus fréquentes appartiennent à la série 1/2, 1/3, jusqu'à $\frac{55}{144}$ (1).

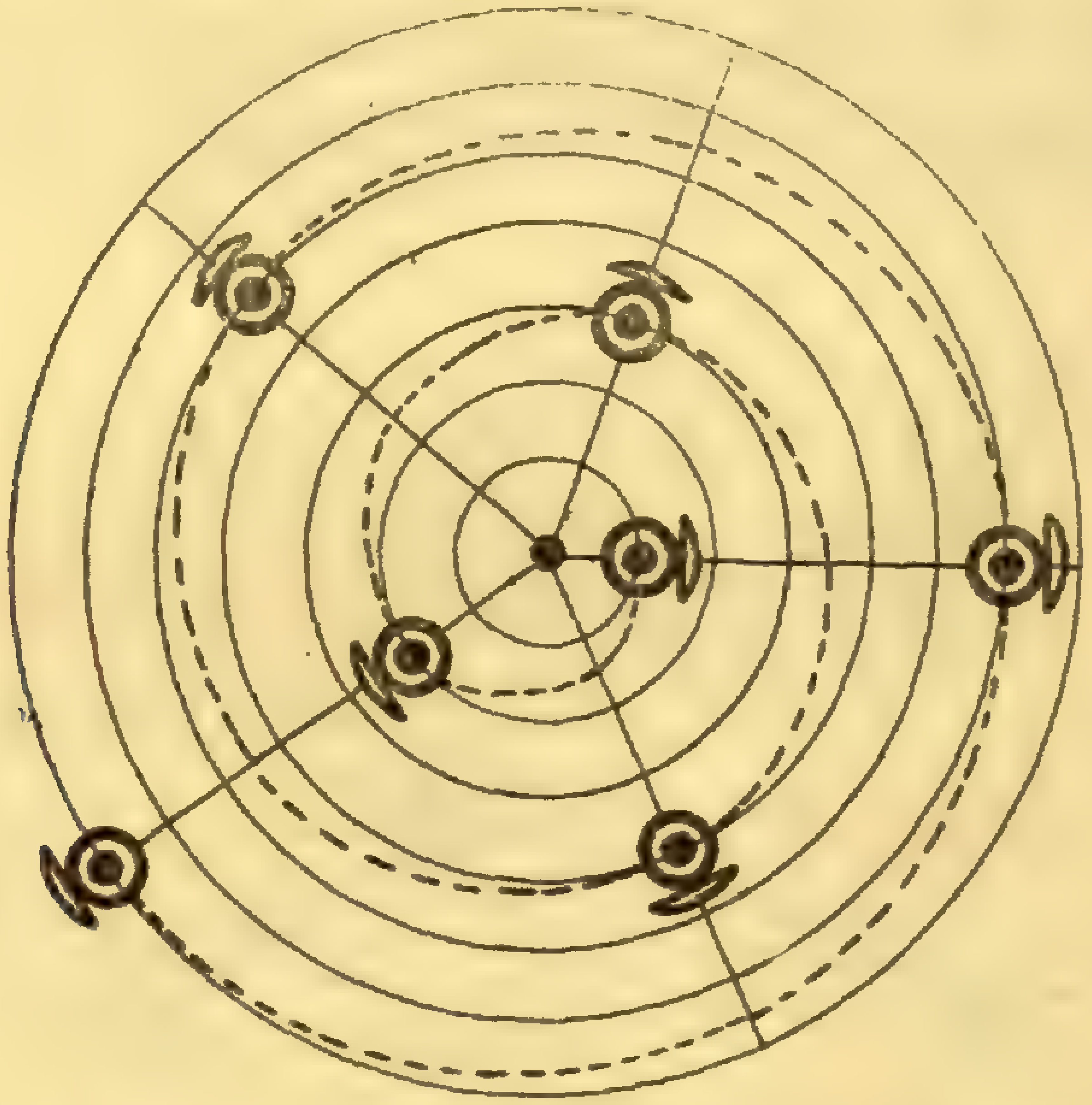


Fig. 38. — Grappe 2/5 de *Antirrhinum majus*.

Les bractées peuvent manquer en totalité ou partiellement; cette absence peut être congénitale ou résulter de leur caducité, sans que la nature de l'inflorescence soit pour cela modifiée (Crucifères nombreuses) (2).

(1) Dans les diagrammes figurés ici, l'axe stérile ou indéfini est présenté par •, l'axe florifère par ⊙, l'axe foliaire par ○.

Les tracés diffèrent de ceux des diagrammes ordinaires en ce que les cercles concentriques passent par les pédoncules ou axes latéraux et non pas par leurs bractées-mères. Par suite ces dernières se trouvent reportées en dehors et tangentes extérieurement au plus grand des cercles concentriques dépendant du système de l'axe latéral né à leur aisselle. Les bractées stériles ne sont pas tangentes.

Cette disposition a l'avantage de pouvoir s'appliquer aux cas fréquents des inflorescences nues, et surtout de donner une forme moins excentrique aux inflorescences définies et composées.

(2) Contrairement à l'opinion exprimée par M. Clos (Bull. Soc. bot., t. 2, p. 500, et t. 8, p. 11), qui admettait pour ces inflorescences nues une origine toute différente, où la monopodie serait remplacée par une partition successive des axes.

Par contraste avec ces grappes nues on en observe d'autres *chevelues* où les bractées du sommet ne donnent naissance à aucun pédoncule à leur aisselle (*Melaleuca*, *Callistemon*, *Ananassa*) (1); la présence intercalaire de bractées sans pédoncules constitue les grappes interrompues (*Genista tinctoria*). Enfin si le grand développement des bractées axillantes les rend comparables à de vraies feuilles, plusieurs morphologistes ne veulent plus reconnaître dans cet ensemble une inflorescence proprement dite, mais de simples fleurs solitaires. On peut tout aussi bien le décrire comme grappe *feuillée* (*Veronica hederifolia*).

Si la spirale génératrice reste homodrome, ce qui est le cas le plus fréquent, la symétrie est nettement spiralée (2); elle devient

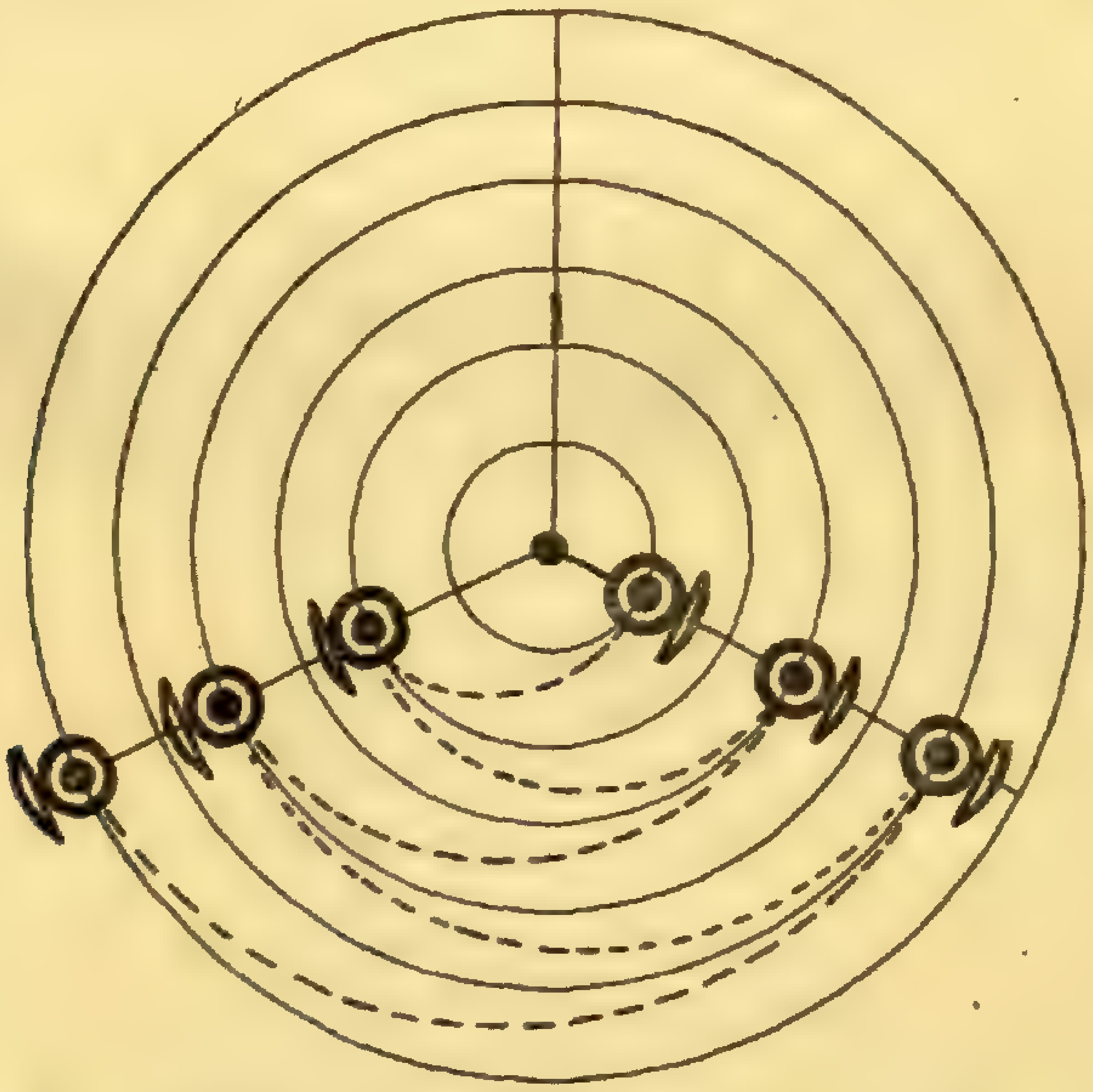


Fig. 39. — Grappe distidrome 1/3 de *Gladiolus communis*.

bilatérale avec les fleurs disposées suivant deux orthostiques régulières, quand le sens de la spirale s'intervertit à chaque nœud. (divers *Statice*). Le nom de grappe *antidrome* peut servir à la désigner, en marquant la fraction de divergence qui sépare les

(1) Ce même nom a été employé encore pour désigner le cas tout différent où les dernières fleurs sont atrophiées (*Muscari comosum*); mais il vaut mieux dire alors que la grappe est stérile au sommet.

(2) Le nom de grappe spiralée est réservé spécialement pour le cas où la spirale génératrice n'est masquée par aucune spirale secondaire, ce qui arrive quand le numérateur de la fraction est 1, ou plus exactement quand la divergence est 1/3, car dans le cas du distique 1/2 le sens de la spirale reste indécis, indifféremment dextrorse et sinistrorse. On en trouve un exemple très net dans l'épi des *Spiranthes*.

deux séries de fleurs, ordinairement 2/5. Celui de *distique* convient exclusivement aux inflorescences dont les séries florales sont diamétralement opposées comme dans le rachis commun des Hordéacées, les épillets des *Cyperus* et des Graminées, l'axe principal de l'inflorescence ♀ des *Carpinus*.

Les pédoncules sont normalement inarticulés et privés de bractéoles. La présence d'un appendice latéral quelconque ou même d'un simple nœud stérile indique une ramification ébauchée ; nous verrons même plus loin que cette ramification, quand elle se réalise, n'appartient pas au système de la vraie grappe. Néanmoins, fidèles à la règle de nous laisser diriger par les faits, plutôt que par n'importe quelle idée théorique, nous conservons ici dans le type grappe ce cas de pédoncules articulés ou bractéolés, en spécifiant toutefois ces diverses particularités.

Le nom général de grappe est trop communément appliqué à l'ensemble des inflorescences comprises dans ce premier type, pour qu'il soit besoin de le justifier ; rappelons seulement que A. et L. Bravais employaient dans ce sens large le terme d'épi (1) et que plus récemment Ach. Guillard avait proposé de lui substituer celui de *botrye* (2).

On distingue effectivement ici plusieurs variétés qui ne diffèrent les unes des autres que par la longueur relative des axes primaire et secondaires ; l'une d'elles a reçu plus spécialement le nom de grappe, *sensu stricto*, lorsque les entrenœuds du pédoncule général et les pédoncules particuliers qui s'en détachent sont également allongés. Le raccourcissement des uns et des autres, ou de tous ensemble donne naissance aux formes affines de l'*épi*, de l'*ombelle*, et du *capitule*.

VARIATIONS PRINCIPALES DU TYPE GRAPPE

		Pédoncules distincts	Pédoncules courts
Axe à entrenœuds.	Allongés.	Grappe	Epi
	Très courts	Ombelle	Capitule

Dans le dernier cas du capitule, le raccourcissement de l'axe principal est accompagné ordinairement d'une dilatation en lar-

(1) Disposition des Inflorescences. Ann. Sc. nat., 2ᵉ sér., t. VII, p. 198.
(2) Idée générale des Inflorescences. Bull. Soc. bot., t. IV, p. 122.

geur très caractéristique ; sa surface d'insertion, de convexe ou de plane, peut devenir concave et former ce qu'on appelle un réceptable commun, parfois en forme de coupe complètement close, comme dans le cas du Figuier (sycône). A cet égard, il serait convenable de préciser aussi le terme de *calathide* donné par plusieurs botanistes à l'inflorescence des Synanthérées. La présence au pourtour de nombreuses folioles stériles formant involucre mérite de le faire distinguer au même titre que les variations de l'épi nommées chaton, cône ou spadice.

Enfin, l'on admet généralement en France, sous le nom de *corymbe*, une 5e variation principale très voisine de la grappe typique et qui en diffère seulement par le raccourcissement progressif et rapide des pédoncules latéraux, de sorte que leurs fleurs sont portées sensiblement au même niveau. Cette distinction n'a guère sa raison d'être, à cause des changements apportés par l'âge ; à mesure que l'épanouissement progresse, il se produit d'ordinaire un allongement des entrenœuds de l'axe, d'abord fort courts, de sorte que la plupart des corymbes deviennent finalement des grappes véritables. Ainsi en est-il dans beaucoup de Crucifères. De Candolle appelait ces grappes corymbiformes.

Toutes ces variétés du type grappe étant généralement connues des botanistes descripteurs, et leurs dénominations comprises dans le vocabulaire communément usité, il en résulte un point de repère précieux pour fixer la nomenclature des autres inflorescences qui vont suivre. Les anciens, en fondant leur terminologie uniquement sur les analogies de *forme* extérieure, avaient donné trop d'importance, sans doute, à un caractère superficiel ; mais, tout en relevant des moyens de distinction plus importants, rien n'empêche de faire une concession raisonnable à la tradition consacrée par un long usage. Nous ferons plus d'une fois l'application de cette règle dans les pages qui vont suivre.

II. — Anthèle

Cette inflorescence diffère essentiellement de la précédente parce qu'elle montre une prime-fleur terminale qui la rend définie. Elle lui ressemble d'ailleurs sous plusieurs rapports, surtout parce que les pédoncules inférieurs sont également axillaires. Nous avons donc

ici, à la fois, une fleur terminale de 1er degré et au-dessous plusieurs de 2e degré, ce qui donne à l'ensemble un caractère mixte.

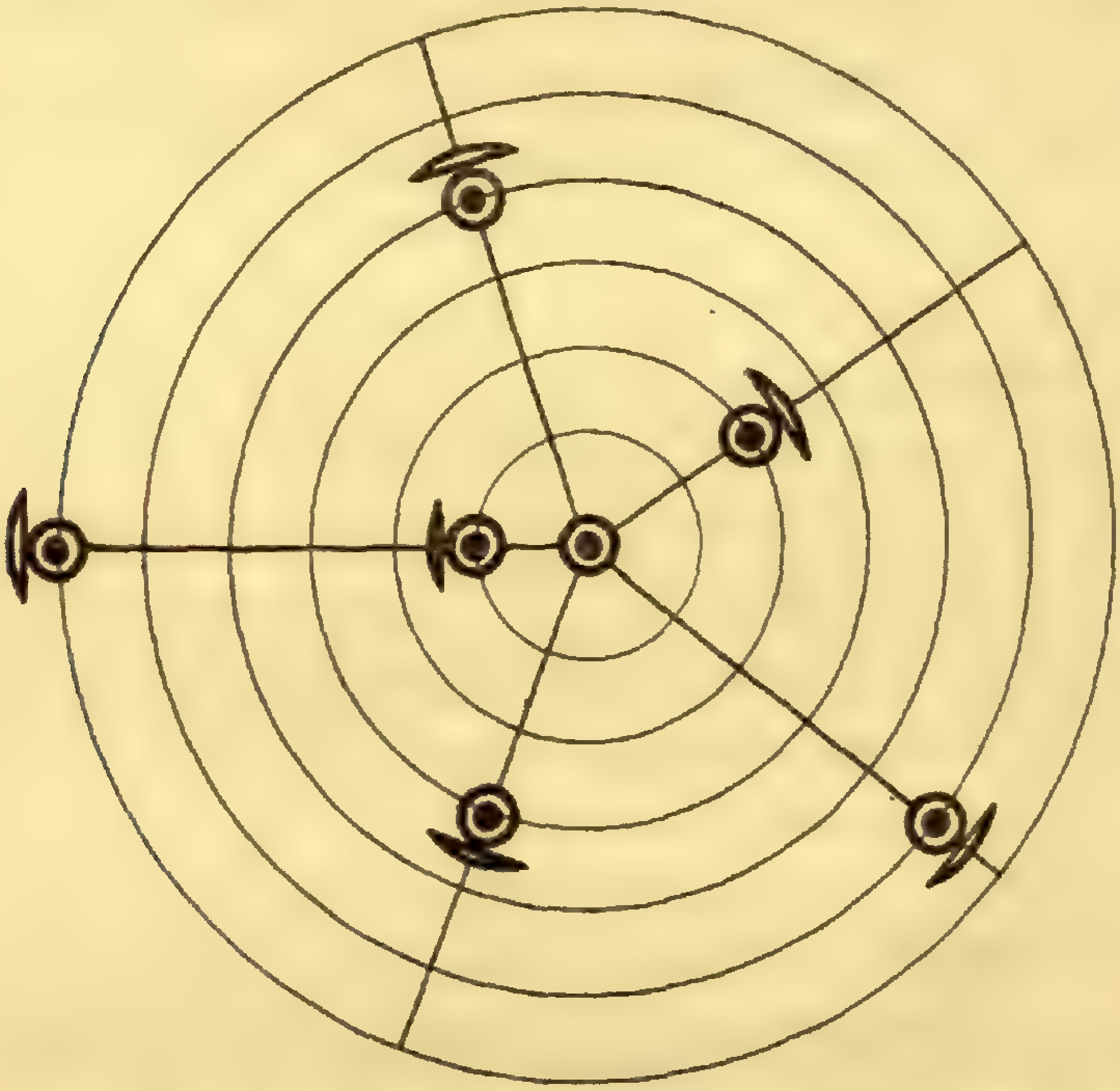


Fig. 40. — Botryoïde de *Platycodon grandiflorum.*

Si la présence d'une prime-fleur la rapproche de la cyme, la position de cette prime-fleur suffit à l'en séparer immédiatement. En effet, c'est tout au sommet qu'il faut chercher ici cette unique fleur terminale, tandis que dans les vraies cymes on l'observe dès le premier nœud, avec d'autres fleurs de nature analogue à chacun des nœuds consécutifs, sans intercalation d'aucunes fleurs axillaires.

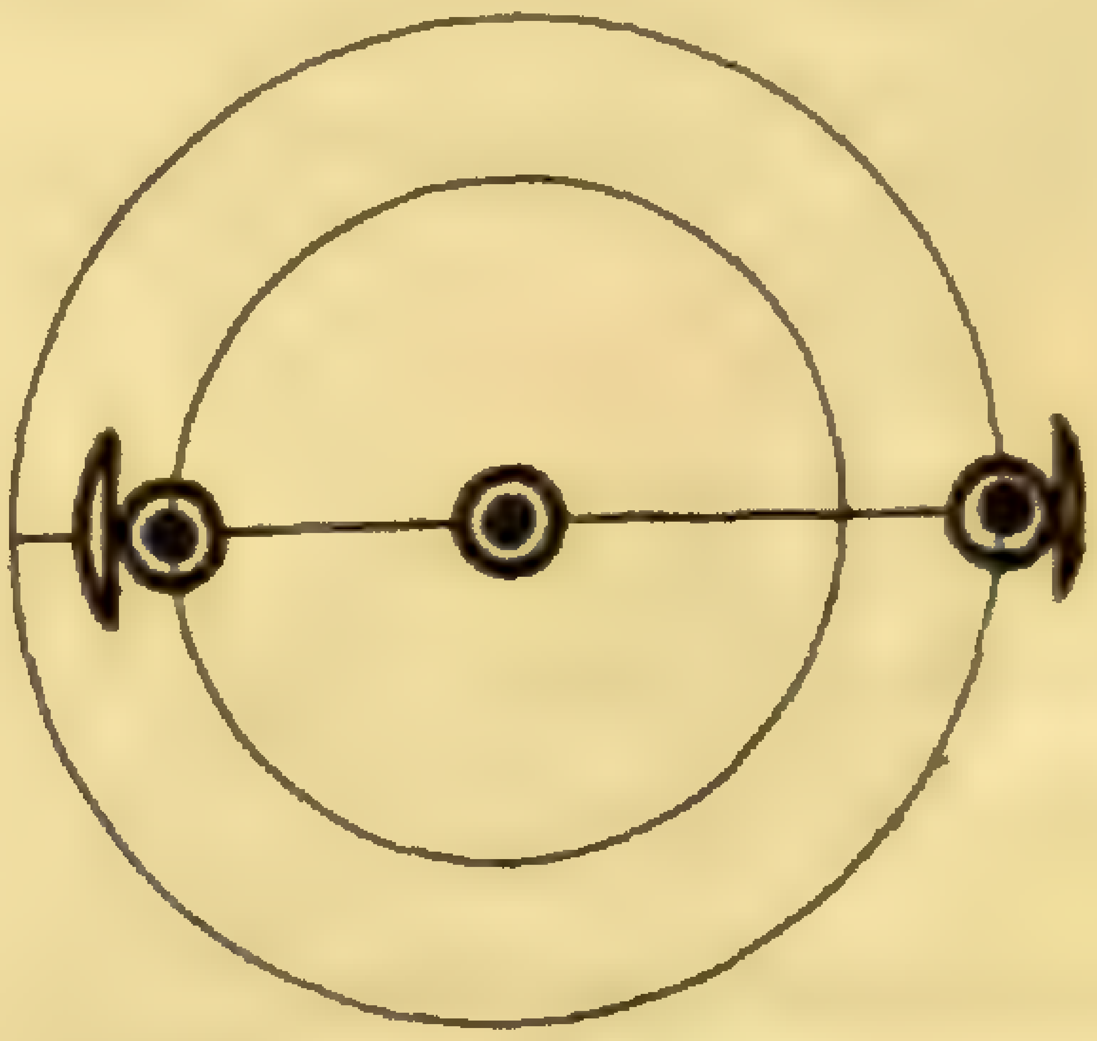


Fig. 41. — Dichasoïde de *Mespilus germanica.*

En fait, le groupe d'inflorescences qui nous occupe forme comme la transition naturelle entre la grappe et la cyme ; il n'est pas étonnant dès lors que certains anneaux extrêmes de cette chaîne

aient été parfois rapportés soit à l'un soit à l'autre des types voisins.

On peut, à cet égard, distinguer deux séries secondaires ; l'une, plus voisine de la grappe, présente des fleurs axillaires *nombreuses*, au-dessous de la prime-fleur ; l'autre où les fleurs axillaires sont réduites à deux seulement. On conçoit que ce dernier cas confine de très près à la cyme et que, si la réduction du nombre de fleurs latérales est poussée plus loin, on sort du type de l'anthèle.

Sans insister ici sur des formes de passage sur lesquelles nous aurons à revenir, constatons seulement que le caractère mixte ou de transition propre à l'anthèle a surtout contribué à la faire méconnaître.

Sous ses formes à fleurs axillaires nombreuses elle a le plus souvent été confondue avec la grappe, dont elle revêt l'aspect général, le mode de symétrie spirale, etc. C'est elle qu'A. de Jussieu désignait comme *grappe définie* (1) et que Rœper et de Candolle eurent en vue sous le nom de corymbe (2). A. et L. Bravais qui, dans leur système, donnaient à la cyme une signification démesurément étendue, en faisaient une variété *multinodale* et *multipare* de cette dernière (3).

Si pour désigner cette inflorescence on appliquait en rigueur la loi de priorité, il faudrait adopter le nom de *corymbe*. On pourrait même ajouter à l'appui la remarque faite plus haut sur le peu de convenance de ce dernier terme appliqué à une variété insignifiante de la grappe. Cependant l'usage dans ce sens est tellement répandu en France depuis l'adoption faite par Payer et l'unanimité des auteurs récents, qu'il y aurait inconvénient grave et danger de confusion à rétrograder jusqu'à la signification primitive (4).

Le nom d'anthèle, adopté ici, ne correspond pas exactement, sans doute, à l'inflorescence décrite par E. Meyer, quand il le créa en 1819 pour les Joncs (5). Le sens, tel qu'il est resté dans la tradition allemande, est beaucoup plus restreint et très vague, car le cas

(1) Cours élém. d'hist. nat. Botanique, 10e édit., p. 219.

(2) De Candolle, Organographie végétale, p. 421.

(3) Ann. Sc. nat., sér. 2, t. VII, p. 330.

(4) On peut faire remonter à A. Saint-Hilaire la cause de cette déviation dans la tradition française. L'exemple cité par lui de l'Aubépine est bien un corymbe au sens de de Candolle, mais la notion qu'il en donne est celle qu'ont reprise Payer et les botanistes de son Ecole.

(5) E. Meyer. Monogr. Juncac., Gœttingue.

spécial des Joncs est complexe et représente une anthèle plusieurs fois composée, souvent modifiée en outre par des soudures et des suppressions d'axe.

L'anthèle simple est réellement beaucoup plus répandue, au moins sous la forme plurinodale, et présente des variétés comparables à celles de la grappe, d'après la longueur relative des entrenœuds et des pédoncules. Elle présente même en plus une forme à port spécial, due à l'extrême raccourcissement de l'axe principal qui est longuement dépassé par les pédoncules axillaires. C'est cette forme, rappelant un corymbe concave au centre et évasé aux bords qui, pour nous, constituera l'anthèle typique. A mesure que l'axe principal s'allonge au détriment des pédoncules latéraux, on voit reparaître les silhouettes correspondant aux variétés très connues de la grappe. Dès lors, pour les désigner simplement, il suffit d'ajouter les qualificatifs appropriés, *corymboïde*, *botryoïde*, *ombelloïde*, *stachyoïde*, *cephaloïde*, ou plus brièvement encore d'employer ces termes isolément en manière de substantifs. On aura ainsi la botryoïde de *Platycodon autumnale*, l'ombelloïde de *Chelidonium majus* et de *Malus communis*, la stachyoïde de *Cocculus carolinus*, la céphaloïde de *Diospyros virginiana* et de *Beta vulgaris*, etc.

Notre corymboïde devient ainsi synonyme de l'ancien corymbe, comme l'entendait de Candolle, avec l'avantage d'une précision plus grande et celui surtout d'une concordance de noms utile à retenir pour son application à l'inflorescence si caractéristique du groupe traditionnel des Synanthérées dites *Corymbifères*.

Les anthèles *binodales* méritent une dénomination à part, et parmi elles surtout il convient de distinguer sous le nom de *dichasoïde* le cas très spécial et remarquable où les deux rameaux axillaires sont sensiblement opposés et séparés seulement par un court entrenœud (*Mespilus germanica*, *Hydrocharis morsus-ranæ* ♂). Nous retrouverons plus loin ces deux dernières variétés de l'anthèle qui ménagent la transition du type d'une part vers la vraie cyme et de l'autre vers la dichase.

Le mode d'épanouissement des fleurs présente des divergences qui s'expliquent par la nature mixte de cette inflorescence. Il peut se montrer entièrement progressif, abstraction faite de la prime-fleur

terminale (1), c'est-à-dire que les fleurs latérales s'ouvrent successivement de bas en haut, comme dans la grappe, suivant l'ordre d'insertion de leurs pédoncules (*Chelidonium majus*). Autre part, il est entièrement rétrograde (*Phlox*), ou enfin mixte, à partir d'une fleur occupant environ le milieu ou le tiers inférieur du groupe floral, pour se propager de là en sens inverse vers les deux extrémités (*Campanula, Platycodon*).

III. — Cyme

Inflorescence pourvue d'une prime-fleur dès le premier nœud, et aux nœuds suivants de fleurs également oppositifoliées,

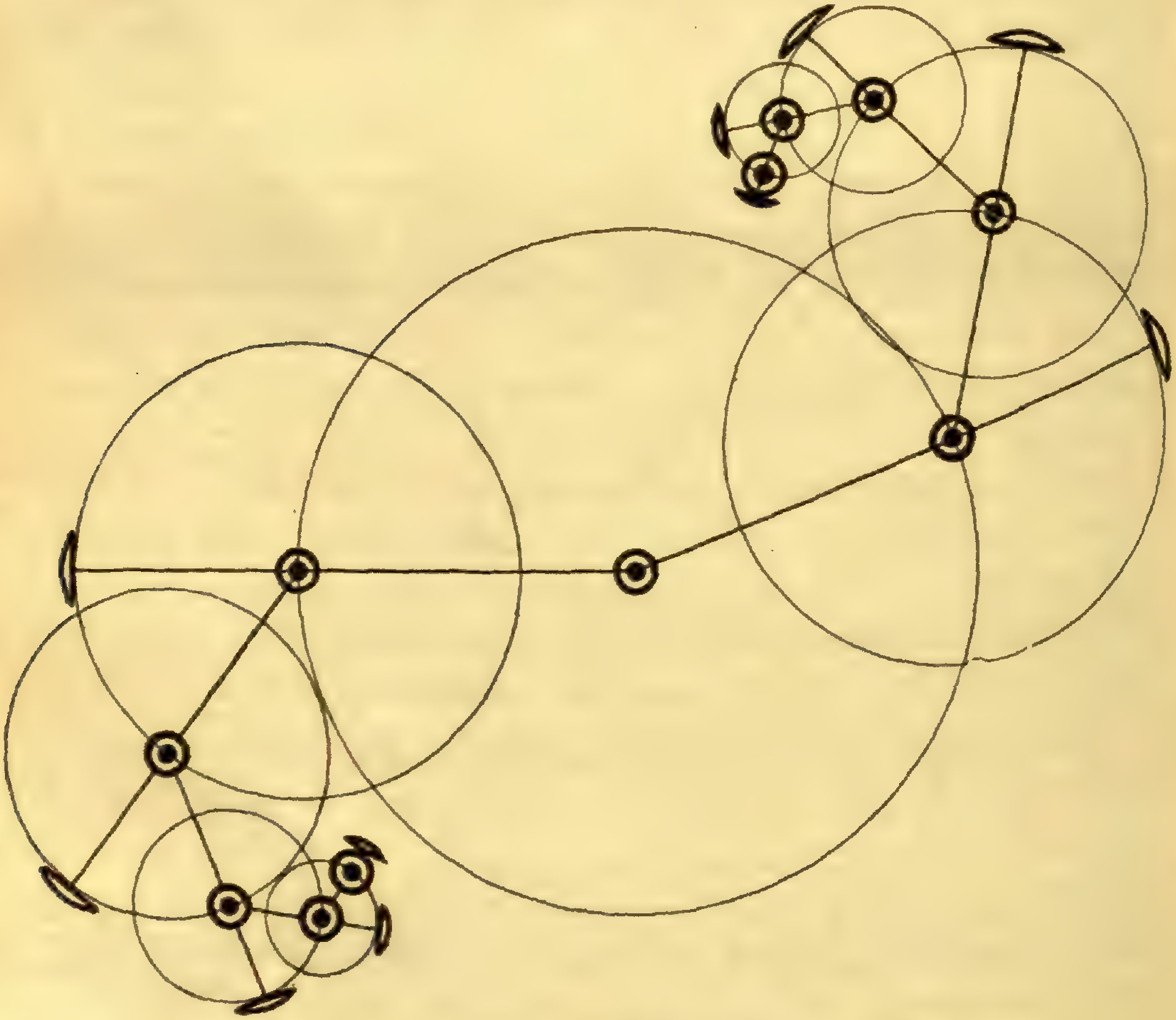


Fig. 42. — Héliçoïdes double de *Hemerocallis fulva*.

c'est-à-dire terminales, comme la première, mais d'ordre supérieur; toutes déjetées de leur situation médiane par le rameau usurpateur.

(1) Nous signalerons même plus loin des exemples où la prime-fleur cesse de s'épanouir la première, tout en déterminant les causes de cette anomalie.

Ainsi, aucun pédoncule n'est axillaire, et, lorsque les bractées existent, elles sont, au contraire, normalement opposées aux fleurs (1). Le faux-axe qui résulte de ces pédoncules superposés distingue nettement la cyme du dichase ; en outre, dans ce dernier les feuilles sont opposées et non alternes. D'autre part, l'absence sur ce faux-axe de toute bractée axillante ou stérile le sépare des diverses variétés de l'anthèle.

Ainsi définie strictement la cyme est beaucoup plus rare qu'on ne l'admet d'ordinaire. Elle s'observe sous sa forme normale ou *héliçoïde* dans les *Hemerocallis*, *Alstrœmeria*, où les pédoncules se succèdent le long du faux-axe suivant une spirale continue. Les *Ipomea* nous montrent la même disposition parmi les Dicotylédones, et on la retrouve avec la divergence *distique* dans l'inflorescence transformée en vrilles des Ampélidées.

Le plus souvent les pédoncules, par suite d'antidromie répétée à chaque nœud, se rangent suivant deux fausses orthostiques et donnent à l'ensemble une symétrie bilatérale. En outre, le déjettement imparfait des axes principaux par les pédoncules usurpateurs situés tous du même côté a pour effet de produire dans le faux-axe une courbure caractéristique du côté opposé, celui des bractées oppositiflorales. De là le nom de *scorpioïde* donné à cette cyme, telle qu'on l'observe dans plusieurs familles comme les Borraginées et les Crassulacées, et certains genres (*Drosera*, *Helianthemum*, *Solanum*) avec les variétés *nues* (*Myosotis*), ou munies de bractées ou même pourvues de vraies feuilles (*Batrachium*, *Hyoscyamus*).

Nous aurons à revenir sur cette scorpioïde pour montrer ses affinités étroites avec le dichase dont elle constitue souvent une forme amoindrie et unilatérale. Pour le moment, nous la conservons ici à sa place tradidionnelle, nous réservant d'établir ultérieurement sa véritable nature.

2e série. — **Inflorescences à bractées et pédoncules opposés ou verticillés.**

IV. — Thyrse

Axe indéfini, comme dans la grappe, à pédoncules tous axillaires, mais décussés de même que leurs bractées axillantes. Il en résulte

(1) Plus loin nous aurons lieu de constater que cette situation normale des bractées est très souvent modifiée par des soudures.

pour l'ensemble une polysymétrie et une remarquable uniformité dans la disposition des axes latéraux suivant quatre orthostiques.

Quelques anciens, notamment de Candolle, avaient désigné sous ce nom de thyrse une inflorescence complexe qui renfermait tous les cas fort disparates où le long d'un axe indéterminé sont insérés des pédoncules ou inflorescences secondaires définis (1).

Le cas spécial auquel nous réservons ici le nom de thyrse cor-

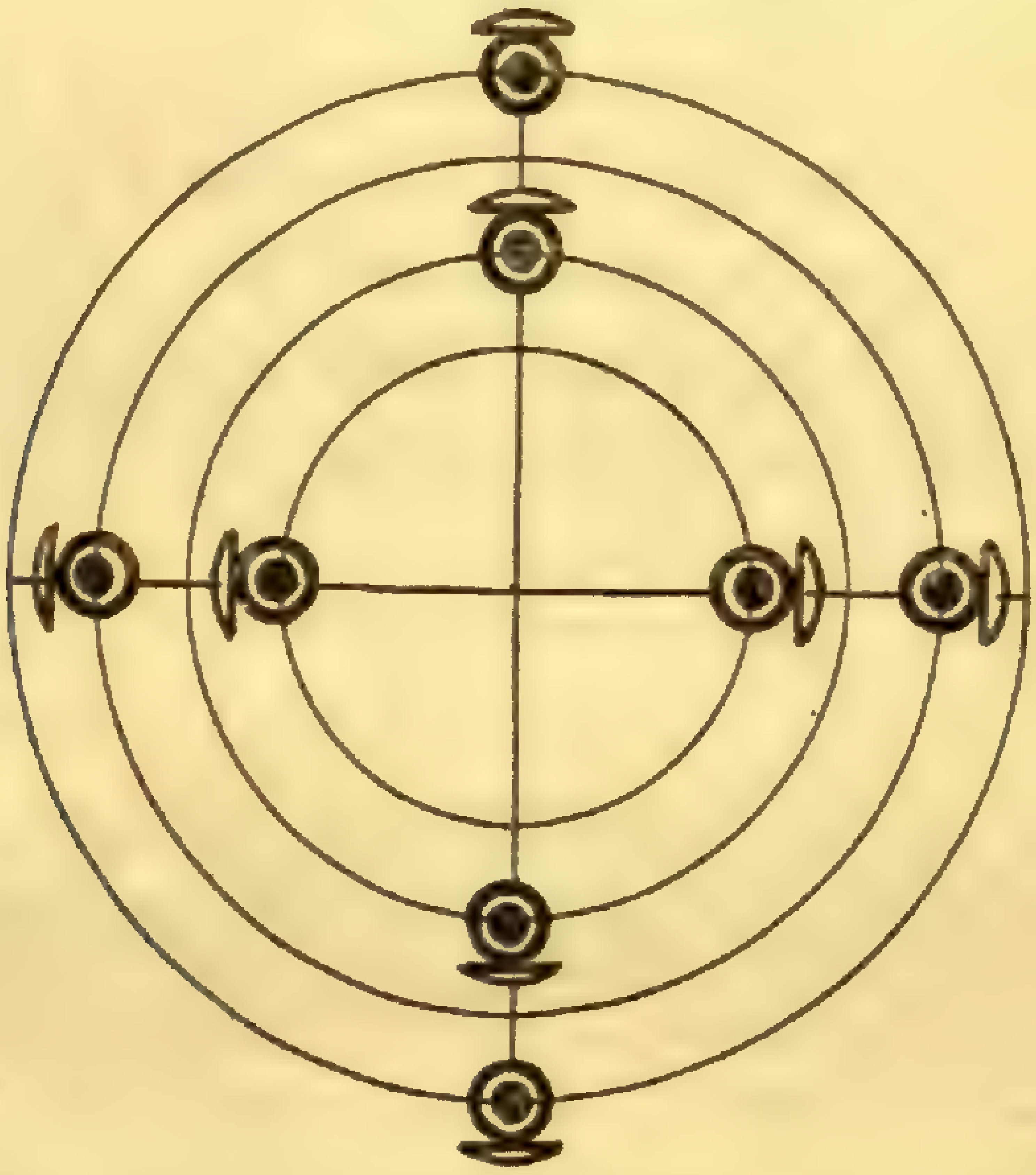


Fig. 43. — Thyrse de *Weigelia rosea*.

respond en partie à l'ancien thyrse spiciforme, comme on peut s'en convaincre par les exemples cités, tels que *Lavandula Stœchas* (2).

On observe d'ailleurs ici les variétés reconnues dans la grappe, relativement aux bractées et à la longueur des entrenœuds. Ainsi le *Lavandula Stœchas* montre un thyrse chevelu, les *Fuchsia*, *Mimulus*, *Anagallis* un thyrse feuillé, les *Tecoma*, *Forsythia* un thyrse di ou pluri-bractéolé. Il est spiciforme (*Scutellaria*, *Symphoricarpus*), corymbiforme (*Teucrium montanum*), capité (*Laurus nobilis*), etc.

Si les pédoncules, au lieu d'être opposés, sont ternés, on a un

(1) Organographie végét., p. 417.

(2) Nous pourrions faire remarquer ici, de même que pour l'anthèle, la nécessité dans une langue bien faite de désigner par un mot simple un objet également simple. A l'origine les termes d'anthèle, thyrse et autres ont eu le défaut de s'appliquer à des combinaisons complexes, et c'est en partie pour cela qu'ils sont tombés en désuétude. Il est utile aujourd'hui, si l'on veut revenir à ces expressions, d'en préciser le sens, sans abandonner l'idée principale qui leur a été attachée au début. De cette façon la logique et la tradition se trouvent également satisfaites.

trithyrse, comme dans *Erica ciliaris* et *cinerea*, enfin un *pliothyrse*, nu dans *Hottonia palustris*, feuillé dans *Myriophyllum verticillatum*.

V. — Thyrsoïde.

Cette inflorescence est au thyrse ce que l'anthèle est à la grappe. Elle ressemble au thyrse par ses pédoncules inférieurs axillaires et décussés, mais elle possède une fleur terminale qui la rend définie ou plus exactement mixte.

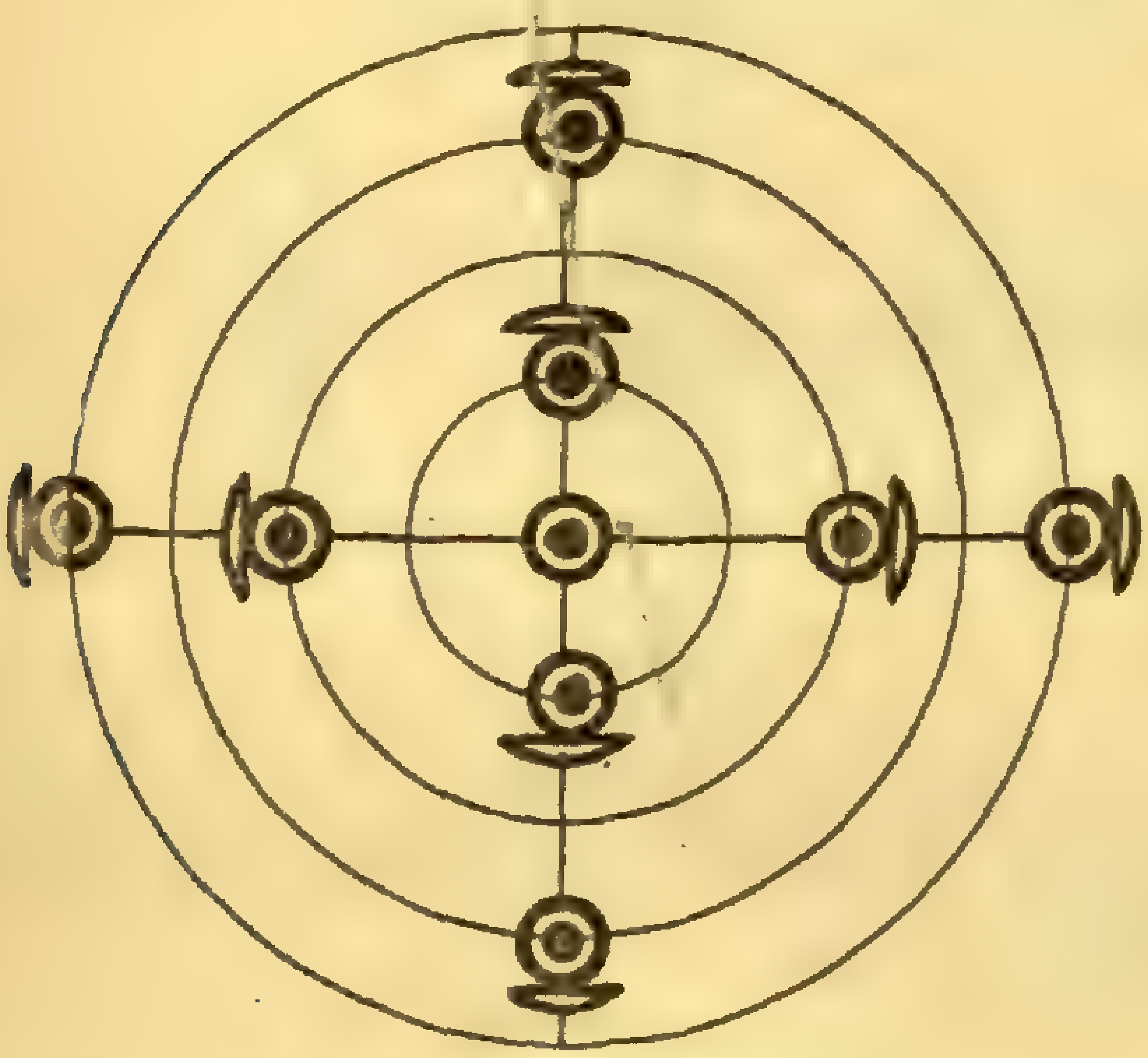


Fig. 44. — Thyrsoïde de *Philadelphus coronarius*

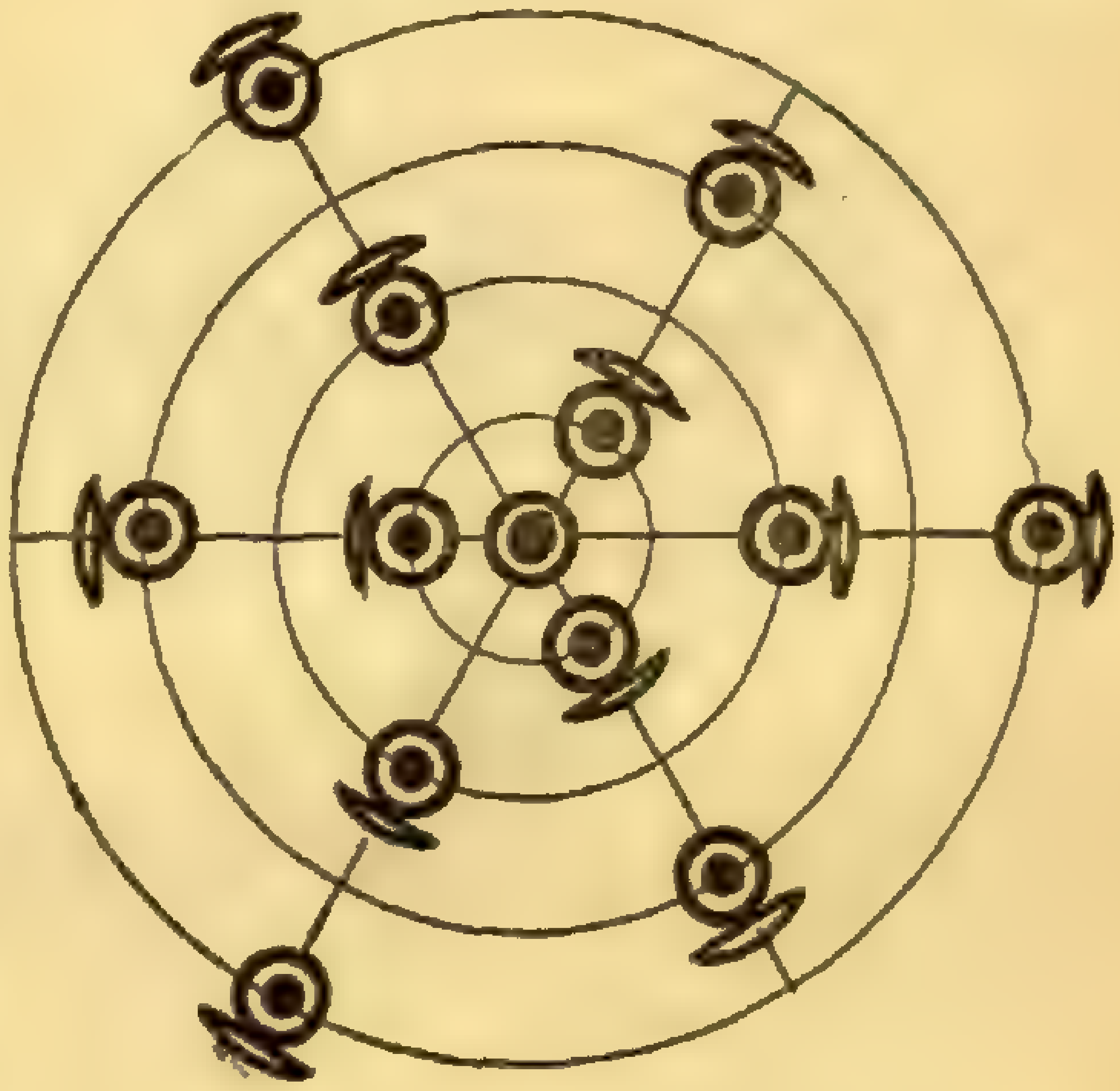


Fig. 45. — Trithyrsoïde de *Sagittaria sagittifolia*.

On l'observe sous sa forme simple et normale, par exemple dans *Jasminum officinale*, *Philadelphus coronarius*, capitée dans *Adoxa moschatellina*, *Buxus*, etc. On peut citer enfin comme exemple de *trithyrsoïde* l'inflorescence monoïque de *Sagittaria sagittifolia*.

VI. — Dichase

C'est, on sait, une cyme bipare, privée de faux-axe, par la raison que la prime-fleur n'est pas déjetée de sa position terminale et que les rameaux opposés, nés au-dessous d'elle, divergent en direction angulaire. La bifurcation égale qui en résulte se répète à chaque nœud, de sorte que l'ensemble demeure polysymétrique.

Ainsi, le caractère de polysymétrie se retrouve régulièrement dans toutes les inflorescences de notre 2e série. Mais chez toutes également on peut observer accidentellement une altération qui a pour effet de détruire cette régularité. Souvent, en effet, l'un des

deux rameaux latéraux insérés au même nœud est moins développé que celui placé en opposite, et la diminution peut aller jusqu'à la suppression complète du membre. L'inflorescence, d'abord *inégale*, devient finalement *unilatérale*.

La succession des rameaux unilatéraux peut suivre autour de l'axe une spirale régulière avec la divergence 1/4. Mais souvent,

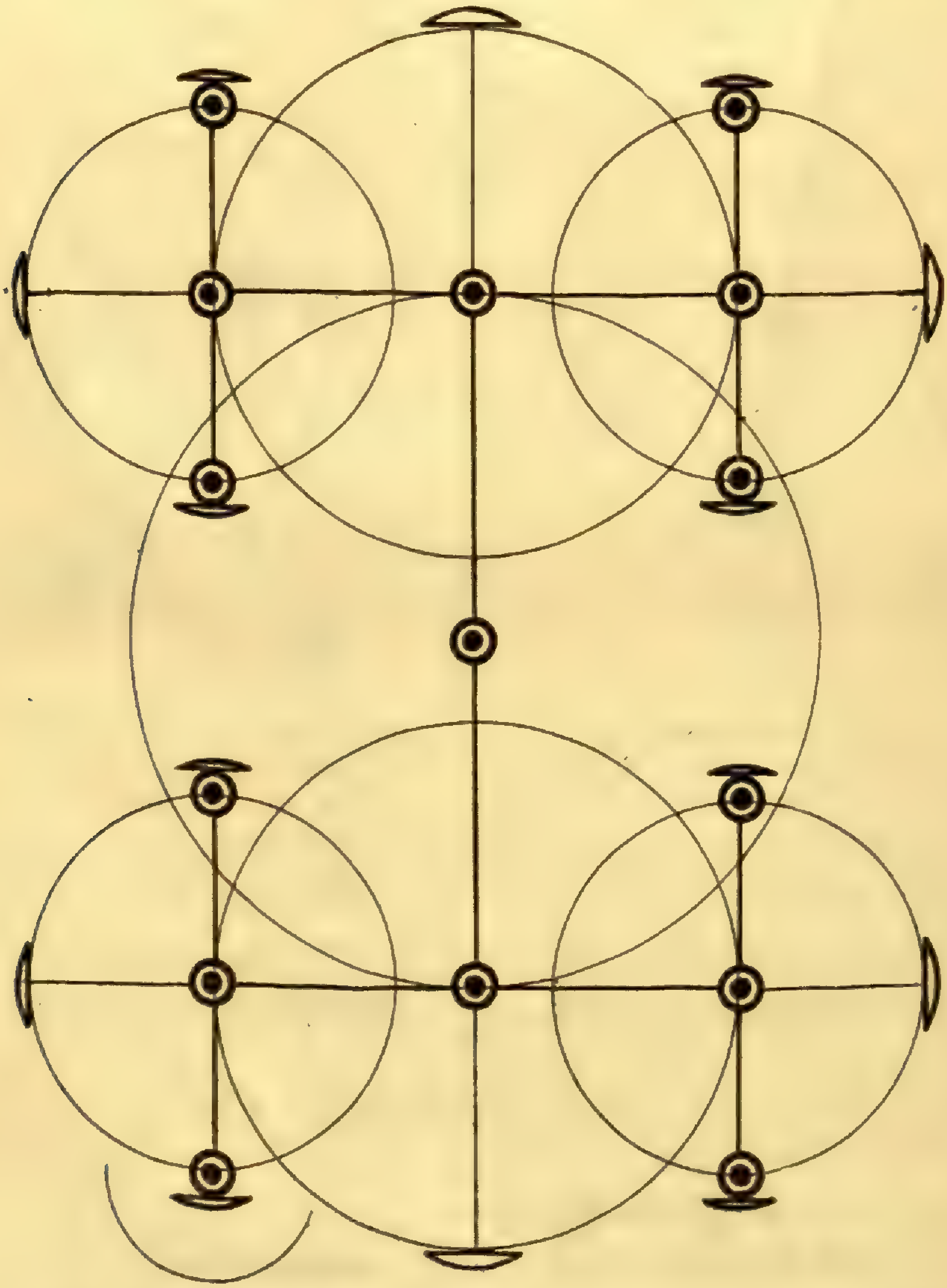


Fig. 46. — Dichase de 4 degrés de *Evonymus japonicus*.

par suite d'antidromie, ils se trouvent disposés, au contraire, suivant deux orthostiques. Le premier cas a été souvent confondu à tort, avec le cyme héliçoïde (*Hypericum perforatum*), dont il diffère par ses bractées opposées et sa divergence caractéristique 1/4. Le second cas, nous le verrons plus loin, se rapproche beaucoup plus de la

scorpioïde, car on observe entre eux toutes les transitions de genre à genre dans la même famille naturelle et notamment dans celle des Solanées.

L'atrophie peut se porter, au contraire, sur la fleur terminale dans le cas du thyrsoïde et du dichase qui deviennent alors *acéphales*.

Fig. 47. — Dichase unilatéral antidrome à partir du 2e degré de *Scrofularia nodosa*.

Enfin, sous le nom collectif de cymes contractées (fascicules de Rœper) on confond des cas fort nombreux et variés d'inflorescences définies modifiées par le raccourcissement des axes de divers

degrés. Comme leur analyse est généralement très laborieuse il est préférable, peut-être, de les désigner par la forme générale qui résulte de l'inégal développement des entrenœuds. Ainsi, par comparaison toujours avec les variétés bien connues de la grappe, on aurait des cymes, thyrses, thyrsoïdes ou dichases *racémiformes, corymbiformes, ombelliformes, spiciformes* ou *capités*. Cette terminologie pourrait être étendue même, dans le langage descriptif, à toute inflorescence de nature douteuse ou complexe, sans préjuger sa véritable origine. Elle aurait l'avantage d'être irréprochable, tandis qu'on voit journellement désignés dans les Flores sous les noms de grappes, épis, ombelles et capitules des groupes floraux qui n'en ont que l'apparence.

Avant de terminer cet exposé sommaire des inflorescences simples, on peut faire ressortir quelques points généraux surtout relativement à la nomenclature proposée. Les termes employés sont tous, ou bien consacrés par l'usage, ou choisis parmi ceux dont la notion est tombée aujourd'hui en désuétude faute d'avoir été établis sur des bases simples et claires. La restauration de ces derniers, avec des diagnoses améliorées, respecte autant que possible, sinon la définition primitive, du moins la compréhension que l'auteur entendait attacher à chaque groupe, de manière à redresser seulement la tradition, sans la heurter.

On peut remarquer enfin que les termes nouveaux, formés par analogie avec les anciens, indiquent par leur composition même leurs caractères les plus saillants. Ainsi, tandis que la racine principale du mot rappelle la ressemblance générale de forme et d'aspect, les désinences en *oïde* sont appliquées exclusivement aux inflorescences pourvues d'une prime-fleur ; de sorte que, par exemple, l'ombelloïde est un groupe floral simple, ayant le port de l'ombelle vraie avec une fleur terminale qui la rend définie.

INFLORESCENCES COMPOSÉES

La distinction facile de 6 types d'inflorescences simples permet de désigner aisément les combinaisons florales d'un ordre plus élevé.

Ces associations peuvent en effet se faire de deux façons principales. Si elles sont *homogènes*, c'est-à-dire si les rameaux de divers degrés reproduisent le même type, ou les modifications très voisines d'un même type, on peut leur donner, suivant

Fig. 48. — Botryoïde composée de *Rubus fruticosus*.

l'usage courant, le nom même de ce type en ajoutant le terme de composé. Certaines peuvent l'être plus d'une fois, on les dit décomposées, surdécomposées. Dans le cas des cymes et des dichases, elles le sont souvent un grand nombre de fois; il suffit de compter le nombre approximatif des nœuds ou des degrés de ramifications.

Les associations *hétérogènes* appartiennent à des types différents à leurs degrés superposés. Dans ce cas la nomenclature à suivre est celle de Payer. Les termes tels que grappe de cymes, thyrse de dichases, font comprendre aisément que les inflorescences en question ont leurs rameaux de premier ordre en grappe ou en thyrse, et que ceux-ci se terminent à leur tour en cymes ou en dichases.

Quelques exemples appropriés montreront, mieux que tous les préceptes théoriques, l'application de cette terminologie.

I. — Inflorescences composées homogènes

Grappes composées. — *Phalangium ramosum, Desmodium racemosum, Virgilia lutea.* — On donne souvent le nom de *panicules* à beaucoup d'inflorescences prises à tort pour des grappes composées, et qui sont plutôt des anthèles de grappes. Il convient de réserver ce terme de panicule pour les Graminées auxquelles

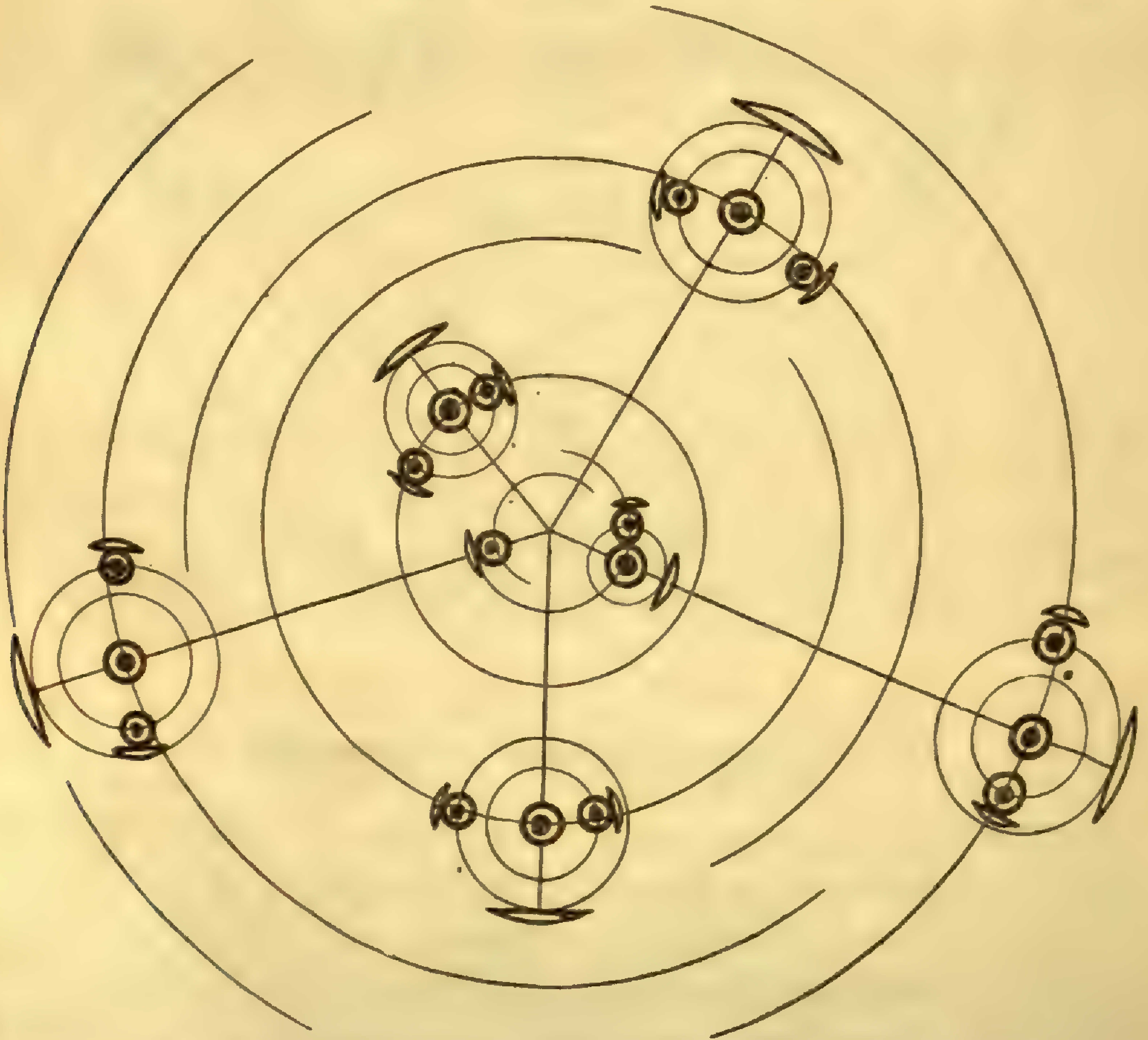


Fig. 49. — Grappe de dichasoïdes de *Kœlreuteria paniculata.*

l'appliquent couramment les ouvrages descriptifs. Il équivaut alors à grappe composée d'épis distiques.

Grappes antidromes. — *Statice.*

Anthèles. — *Juncus, Luzula maxima.*

Botryoïdes. — *Rubus fruticosus* (fig. 48), *Phlox paniculata, Campanula Rapunculus, Sedum Telephium.*

Corymboïdes. — *Cratægus Oxyacantha, Aria, Gillenia, Helleborus fœtidus, Aquilegia, Saxifraga granulata.*

Ombelloïdes. — *Jasminum fruticans.*

Dichasoïdes. — *Potentilla, Rananculus aeris.*

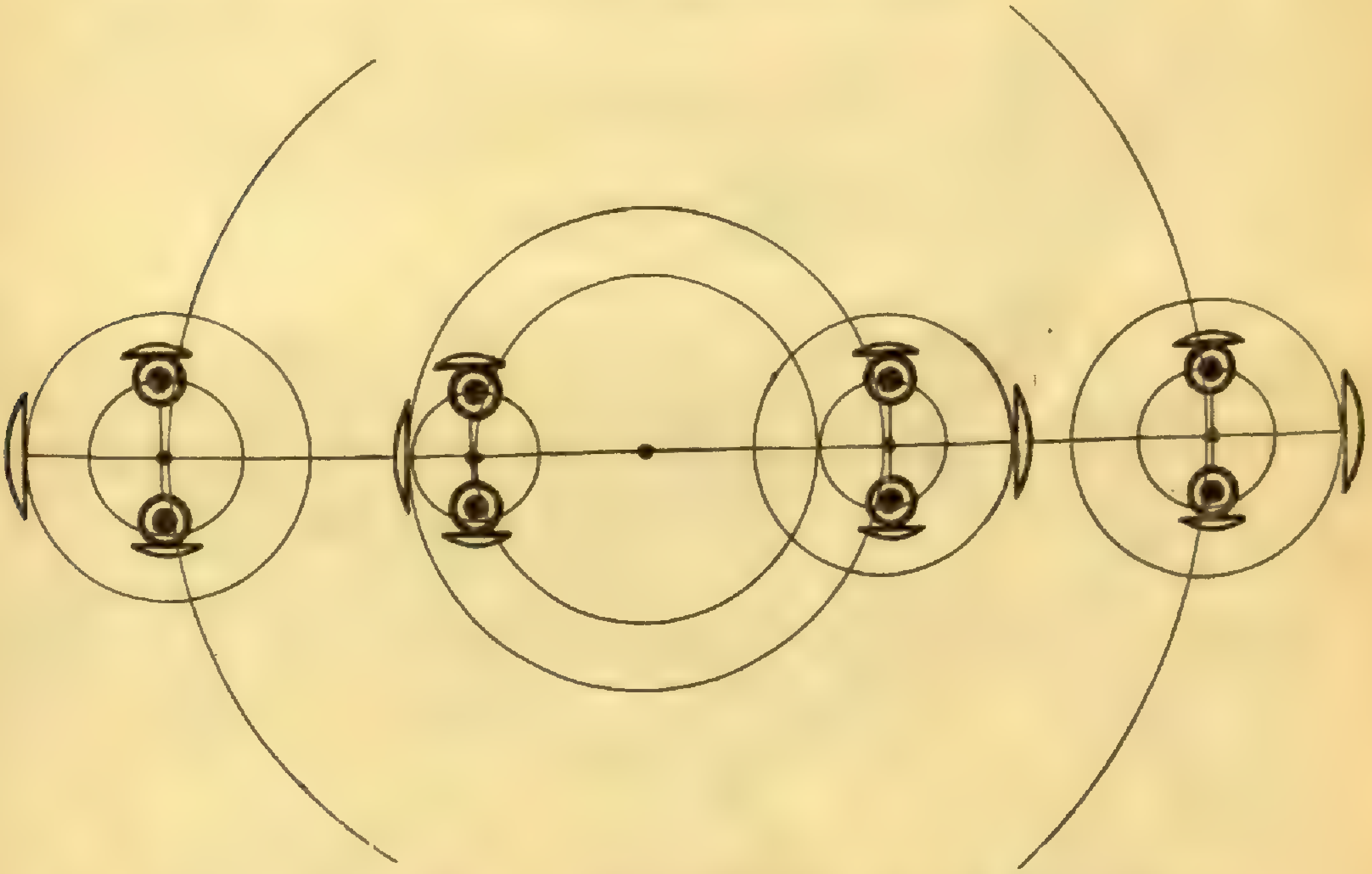


Fig. 50. — Grappe distique de dichases acéphales de *Carpinus Betulus.* ♀

Dichasoïdes unilatérales. — *Fragaria indica.*

Dichasoïdes capitées. — *Parietaria officinalis, Limnanthemum nymphoides.*

Dichasoïdes ombelliformes. — *Anemone japonica.*

Stachyoïdes. — *Mercurialis annua* ♂.

Céphaloïdes. — *Collomia grandiflora.*

Scorpioïdes. — *Corrigiola littoralis, Alchemilla alpina.*

II. — Inflorescences hétérogènes.

Grappe de dichasoïdes. — *Lythrum virgatum, Kœlreuteria paniculata* (Fig. 49).

Épi d'ombelloïdes. — *Datisca cannabina.*

Épi de céphaloïdes. — *Passerina annua, Beta vulgaris.*

Épi de dichasoïdes. — *Beta trigyna.*

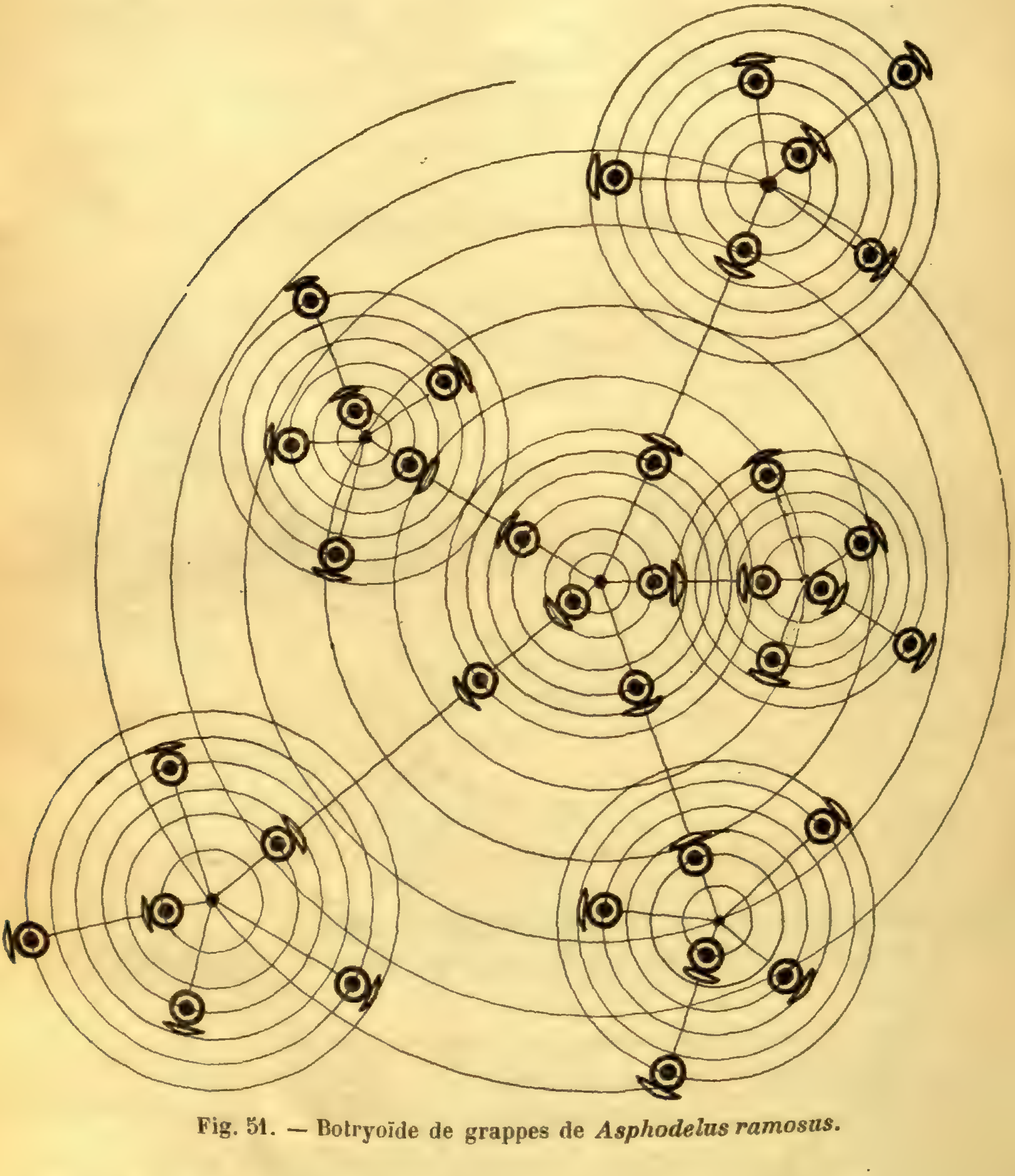


Fig. 51. — Botryoïde de grappes de *Asphodelus ramosus.*

Grappe de scorpioïdes. — *Æsculus, Pavia.*

Grappe d'hélicoïdes. — *Yucca gloriosa.*

Épi de dichases. — *Amarantus caudatus, Chenopodium polyspermum.*

Grappe de dichases. — *Tiarella cordifolia.*

Grappe distique de dichases acéphales. — *Carpinus Betulus* (Fig. 50).

Grappe feuillée antidrome 2/5 de dichases composés. — *Begonia discolor.*

Anthèle d'épis. — *Luzula campestris.*

Botryoïde de grappes. — *Lepidium* (et la plupart des Crucifères dites à grappes composées), *Asphodelus ramosus* (Fig. 51), *Spiræa salicifolia.*

Botryoïde d'ombelles. — *Aralia racemosa, Hedera Helix.*

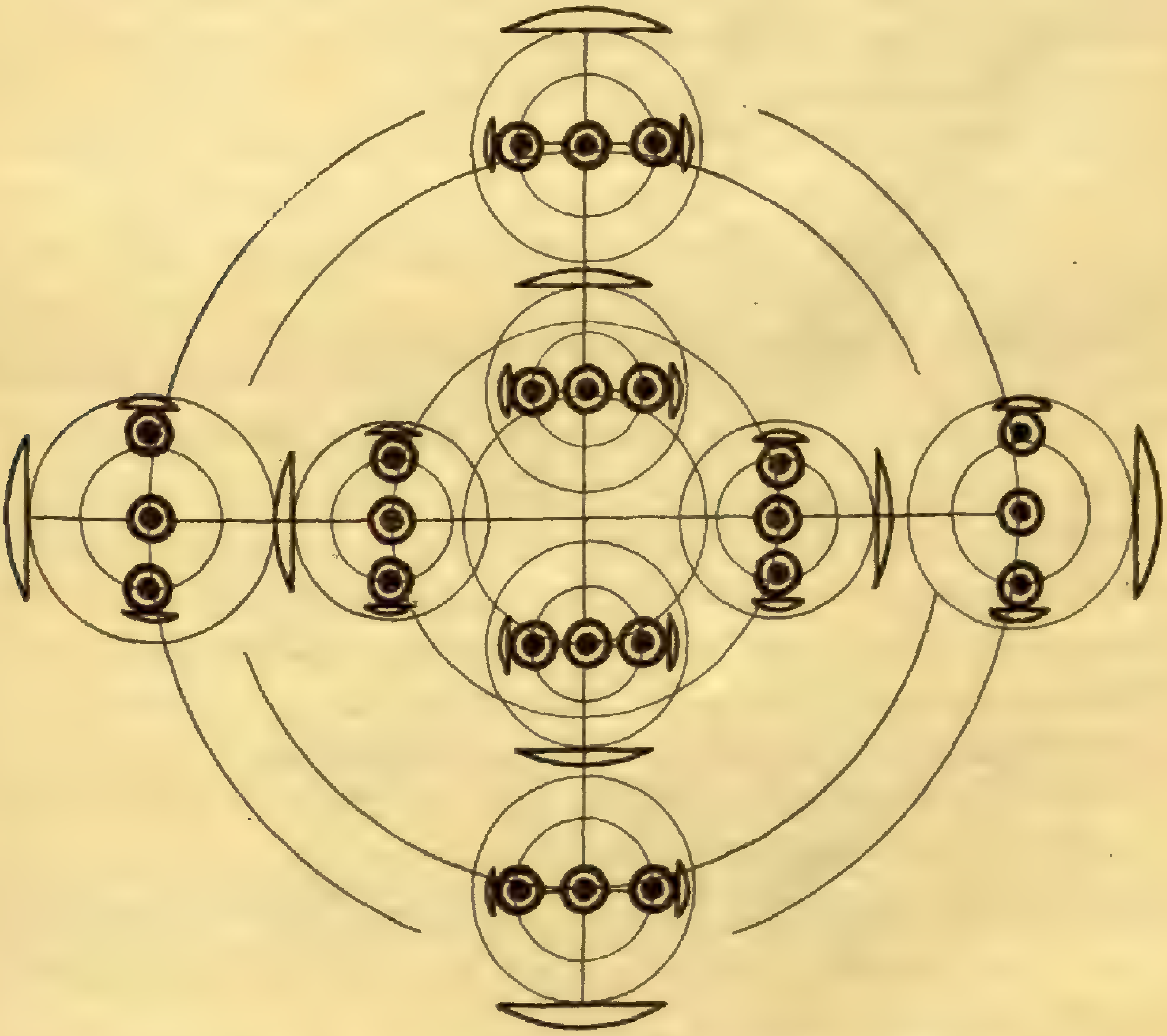


Fig. 52. — Thyrse de dichases *Leyceisteria formosa.*

Corymboïde d'ombelles composées. — Beaucoup d'Ombellifères parfaites.

Stachyoïde d'ombelles. — *Bupleurum tenuissimum.*

Anthèle composée de capitules. — *Eryngium planum.*

Anthèle composée de calathides. — *Inula Pulicaria, Centaurea Calcitrapa, Picris hieracioides.*

Botryoïde de calathides. — *Silphium terebinthinaceum.*

Corymboïde composé de calathides. — *Achillea*, *Tanacetum* et un grand nombre d'autres Corymbifères.

Stachyoïde de calathides. — *Cichorium Intybus*, *Centaurea babylonica*.

Céphaloïde de calathides. — *Echinops*.

Botryoïde d'héliçoïdes contractés. — *Iris pallida*.

Botryoïde de scorpioïdes. — *Nicotiana Tabacum*, *Sedum Cepæa*.

Corymboïde de scorpioïdes. — *Sedum altissimum*, *Sempervivum*.

Ombelloïde de dichases. — *Euphorbia Characias*, *Helioscopia amygdaloides*.

Thyrse de grappes. — *Veronica Teucrium*, *Chamædrys*.

Thyrse unilatéral d'ombelles. — *Gomphocarpus fruticosus*.

Thyrse composé de calathides. — *Eupatorium cannabinum*.

Thyrse de capitules. — *Buddleya globosa*.

Thyrse ombelliforme de corymboïdes. — *Choisya ternata*.

Thyrse de dichases. — *Ajuga* (et beaucoup de Labiées), *Leyceisteria formosa* (fig. 52), *Bignonia grandiflora*, *Paulownia*, *Vitex*, *Callicarpa*, *Valeriana*, *Ilex Aquifolium*.

Trithyrse de dichases. — *Catalpa syringifolia*.

Thyrsoïde de grappes. — *Veronica excelsa*.

Thyrsoïde de thyrses spiciformes. — *Physostegia virginica*.

Thyrsoïde de calathides. — *Bidens tripartita*.

Thyrsoïde de dichases. — *Saponaria officinalis*, *Silene inflata*, *Sambucus racemosa*, *Cornus alba*, *Lychnis viscaria*.

Thyrsoïde de dichases inégaux. — *Euphorbia Lathyris*.

Dichase de calathides. — *Silphium perfoliatum*, *Scabiosa*.

Trichase de calathides. — *Silphium verticillatum*.

Anthèle d'ombelloïdes de calathides. — *Ageratum cæruleum*.

Anthèle de céphaloïdes de calathides. — *Filago*.

Corymbe de corymboïdes de calathides. — *Olearia Haasti*.

En résumé, de ces exemples, dont il serait facile d'allonger la liste, on peut conclure :

1° Que les inflorescences du type grappe sont souvent simples, et qu'au contraire celles de l'anthèle sont ordinairement composées ;

2° Le type cyme est rare ou nul au 1er degré des inflorescences composées ; il se trouve exclusivement aux rameaux terminaux ;

3° Les types thyrse et thyrsoïde, fréquents au contraire aux premiers degrés, sont rares aux derniers ;

4° Les associations sont fréquentes entre les trois types de la 2e série, thyrse, thyrsoïde et dichase.

SUR UNE USTILAGINÉE PARASITE DE LA BETTERAVE

(ŒDOMYCES LEPROIDES)

par M. L. TRABUT.

Les Betteraves du champ d'expériences de l'École d'agriculture Romba ont présenté cette année, en mai, de grosses tubérosités noduleuses au niveau des insertions des premières feuilles cueillies. Ces tumeurs forment parfois une rangée complète au-dessous des feuilles, et le poids de cet ensemble de productions pathologiques peut atteindre le tiers du poids total de la racine. L'insertion se fait par une portion rétrécie ou pédonculée; la surface, dont la couleur est d'abord jaune verdâtre, plus tard, seulement, grisâtre et noirâtre, est fortement et profondément lobulée, tuberculeuse.

Une coupe de ces tubercules noueux montre un parenchyme aqueux parcouru par des traînées vasculaires, le parenchyme est piqueté de nombreux points bruns que l'on reconnaît de suite pour des amas de spores. Si on cherche l'origine de ces excroissances, on trouve facilement, sur certains sujets, des feuilles dont le limbe est gonflé, déformé, noueux, tandis que le pétiole reste indemne (Pl. 16, fig. 1 *f*), le plus souvent c'est un bourgeon anormal qui se transforme en nodosité (Pl. 16, fig. 2).

La Betterave qui porte ce parasite ne paraît pas altérée, son développement est normal; mais il est à craindre que dans d'autres circonstances le mal se manifestant plus tôt, la nutrition se trouve entravée.

Les Ustilaginées sont souvent toxiques et l'*Ustilago Maydis*, qui produit des tumeurs aussi très volumineuses, a à peu près les propriétés de l'ergot de seigle. Il est donc probable que les nodosités pathologiques de la Betterave constituent un aliment défectueux, mais encore faudrait-il fixer ce point par quelques expériences.

Dans une première note (Acad. Sc., C. R. 4 avril 1894), j'ai rapporté ce parasite au genre *Entyloma;* mais d'après M. Saccardo,

à qui j'ai communiqué des échantillons, cette Ustilaginée doit constituer un genre nouveau que le savant mycologiste italien propose de nommer *Œdomyces*, différant des *Entyloma*, surtout par le gonflement terminal des rameaux sporifères. Conformément à cette manière de voir, on peut fixer comme suit la diagnose du parasite de la Betterave :

ŒDOMYCES, nov. gen. sec. Saccardo in litt.

Mycelium à filaments très ténus intercellulaires, les rameaux sporifères portent une spore terminale sur un renflement vésiculeux. Spores rarement solitaires, le plus souvent groupées en grand nombre dans des alvéoles; épispore épais, brun, lisse.

Promycelium et sporidies non observés.

ŒDOMYCES LEPROIDES. — *Entyloma leproides* Trab. (C. R. Acad. Sc., 4 juin 1894).

Tumeurs charnues très volumineuses, développées aux dépens des feuilles ou des bourgeons, lobées et lobulées, montrant sur une coupe un parenchyme blanc avec de nombreux points noirs formés par les amas de spores et spores isolées, le plus souvent groupées en amas volumineux dans des alvéoles (Pl. 16, fig. 5), naissant sur des rameaux sporifères très ténus et subitement renflés, vésiculeux (fig. 6), de forme sphérique déprimée, avec pédicelle très court inséré sur une éminence au centre de la face déprimée, épispore épais, lisse, brun. Diamètre de 35 μ.

(*Sur les Betteraves*, à Romba, près Alger, Mai 1894).

EXPLICATION DE LA PLANCHE 16

1. Betterave atteinte par l'*Œdomyces* et tumeur provenant d'une feuille dont le pétiole est bien conservé et les autres tumeurs sont des bourgeons entiers atteints et modifiés par le parasite.
2. Coupe au niveau de l'attache d'une tumeur dérivée d'un bourgeon.
3. Une tumeur moyenne grandeur naturelle.
4. La même, coupée, pour montrer les amas de spores.
5. Coupe grossie, *a* amas de spores, *b* loge des spores à peu près vide avec quelques spores adhérentes à l'extrémité gonflée des rameaux sporifères, *c* loge vide, *d* une spore développée isolément.
6. Rameaux sporifères.
7. Spores.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES CHAMPIGNONS

PENDANT LES ANNÉES 1891 A 1893 *(suite)*

Urédinées et Ustilaginées.

I. *Structure cellulaire et travaux d'ensemble.* — MM. Dangeard et Sappin Trouffy (1) ont étudié la structure cellulaire des Urédinées. Ils ont montré que les noyaux sont dépourvus de nucléoles, ils présentent un hyaloplasma avec des granulations chromatiques. Le mycélium est formé, non de cellules comme on l'admettait autrefois, mais d'éléments à 2-6 noyaux. La même pluralité nucléaire se retrouve dans presque tous les appareils reproducteurs, sauf les spermacies. Le pseudopéridie des écidies, les écidiospores, urédospores et téleutospores possèdent deux noyaux. L'existence de deux noyaux n'est que transitoire, bientôt ils se fusionnent de façon à constituer finalement un noyau. Ce phénomène, que les auteurs désignent sous le nom de pseudofécondation, a été observé pour les téleutospores de 4 espèces de *Puccinia*, pour des *Uromyces*, *Triphragmium*, *Coleosporium*, *Melampsora* et *Phragmidium*. La germination des téleutospores du *Gymnosporangium Sabinae* a été suivie : immédiatement après la fusion des noyaux, les téleutospores poussent des tubes germinatifs qui donnent quatre cellules à un noyau ; chaque noyau passe dans la sporidie. On ne peut manquer d'être frappé de l'analogie de développement de ces téleutospores ou probaside et le développement de la baside d'après M. Wager.

Revenant ultérieurement sur le phénomène de fusion des deux noyaux qui vient d'être signalé, M. Dangeard (2) le considère, à propos des Ustilaginées, comme un véritable phénomène de fécondation. C'est là une explication théorique qui ne semble guère justifiée.

(1) Dangeard et Sappin Trouffy : *Rech. hist. sur les Urédinées* (C. R. de l'Acad. des sc. 1893, 30 janvier. Le Botaniste, 3ᵉ série, 4ᵉ fasc., p. 119). *Une pseudo-fécondat. des Urédinées* (C. R. Acad. des sc., 6 fév. 1893. Le Botaniste, p. 123). Sappin Trouffy. *La pseudo-fécondat. et les phénomènes qui s'y rattachent.* (Le Botaniste, 3ᵉ série, p. 215). *Les suçoirs des Uridées* (id.).

(2) Dangeard : *La reprod. sexuelle des Ustilaginées.* (C. R. de l'Acad. des sc., t. 117, p. 496.

M. Dietel (1) s'est occupé de la constitution de la membrane des spores de ces végétaux. L'emploi des expressions d'endospores et d'exospore ne lui paraît pas correcte quand on les emploie d'une façon générale. Dans beaucoup de téleutospores il y a trois couches à la membrane; par contre ces deux expressions ne peuvent trouver leur emploi dans le genre *Coleosporium* à membrane simple. Les pores germinatifs dans la plupart des espèces de *Phragmidium* intéressent seulement la couche interne de l'endospore ; dans les *Puccinia*, il y a un simple pore qui correspond à toute l'épaisseur de l'endospore ; dans beaucoup d'espèces de ce genre l'endospore consiste en une simple couche. La plupart des urédospores ont exo et endospore, cette dernière formée souvent de deux couches.

Toutes les téleutospores germant directement ont leur membrane faiblement colorée : la coloration dans ces spores paraît donc un moyen de protection contre les agents extérieurs. Les spores qui tombent isolément en poussière sont uniformément colorées, celles qui ont un pédicelle ont leur base plus claire. Deux matières colorantes de la membrane sont discernables par l'action de l'acide azotique : la première se colore en rouge sombre et est insoluble dans l'eau ; la deuxième se colore en rose rouge et sort des spores avec une coloration rouge brique.

M. Dietel (2) a fait un travail très utile et très important à consulter pour tous ceux qui s'occupent d'Urédinées, il a résumé dans une courte notice l'ensemble des résultats les plus intéressants obtenus depuis dix ans dans cette branche de la science. Les genres nouveaux sont énumérés ; les particularités biologiques, comme la découverte d'espèces à deux sortes de téleutospores et d'urédospores, y sont exposées avec soin. La liste des nouveaux cas d'hétéroecie observés y est donnée d'une manière complète. Enfin, un paragraphe spécial consacré à la géographie botanique montre combien nombreux sont les chercheurs qui ont étudié dans toutes les parties du globe ces végétaux si importants pour l'agriculture de tous les pays.

II. *Études sur différents genres.* — Malgré le nombre élevé des botanistes qui s'occupent du groupe des Urédinées, il est encore des questions bien obscures dans leur histoire. Le *Puccinia graminis*, par exemple, n'a-t-il pas d'autres moyens pour se perpétuer que de passer sur l'Epine-vinette ? On l'a cru pendant longtemps et partout encore on l'enseigne. Cependant les faits observés par M. Barclay (3) dans l'Inde, par M. Lagerheim (4) à Quito, semblent établir d'une manière

(1) Dietel : *Unters. über Rostpilze* (Flora, 1891, p. 140-159, 1 pl.)

(2) Dietel : *Ueber die Fortschritte der Kenntnisse von den Rostpilzen in den letzten zehn Jahren* (Bot. Centralbl., t. 47, p. 15).

(3) Barclay : Rust and mildew in India (Journal of Botany, XXX, n° 349. Londres, 1892, p. 1-8, 40-49).

(4) De Lagerheim : Om förekomsten of europaiska Uredmeer pa Quito's högslätt (Botaniska sektionen af Naturvetenskapliga students allskapet i Upsala, t. 54, p. 325).

péremptoire que les Puccinie doivent pouvoir, dans un grand nombre de cas, se passer d'un second hôte.

La rouille du blé existe aux Indes dans les provinces du centre et du nord-ouest, Punjab, Oudh, Berar. Trois espèces existent dans ce pays : *P. graminis*, *rubigo-vera* et *coronata*. La deuxième espèce est la plus commune, cependant on n'observe jamais d'écidie sur les Borraginées dans le voisinage des champs de blé. Quant aux *Berberis*, on ne le rencontre que dans l'Himalaya, là où on ne cultive pas de céréales. Les conditions de vie des Puccinies aux Indes paraissent donc différer notablement de celles que l'on connaît en Europe.

Au jardin botanique de Quito, M. de Lagerheim a trouvé sur des avoines magnifiquement développées le *Puccinia coronata*. Or, il n'y a ni *Rhamnus Frangula* ni *cathartica* dans ce pays. On ne peut pas admettre que l'infection a lieu par les écidiospores venues d'Europe en 5 ou 6 semaines, car ces spores perdent très rapidement leur pouvoir germinatif. Il en est de même des urédospores (1). Il reste pour expliquer ce fait l'hypothèse que les spores de Puccinies ont pu germer sans passer par un autre hôte. Or, une expérience de M. Plowright (2), publiée en 1887 qui n'a pas eu le retentissement qu'elle méritait, démontre que ce fait est possible. L'auteur avait planté du blé dans quatre vases de terre, placés sous cloche ; plusieurs fragments d'herbe couverte de *Puccinia graminis* furent placés sur deux de ces pots. Ce *Puccinia* n'avait pas germé à cette époque ; il avait été trempé une semaine avant dans l'eau. Un mois après, le 29 juillet, les plantes contenues dans ces deux pots présentaient l'*Uredo linearis*. Les pieds de blé des deux autres vases restèrent sans champignon jusqu'à la fin d'août.

En s'appuyant sur cette expérience, M. de Lagerheim a expliqué tous les faits qu'il a observés à Quito, en particulier la présence du *Puccinia graminis* sur l'avoine, alors que dans le pays le *Berberis glauca* n'a qu'un *Æcidium* très différent de celui du *Berberis vulgaris* (et qui est probablement en relation avec un *Diorchidium*). Le parasite de l'avoine s'est étendu de cette plante sur le *Poa Mulolensis*, l'*Agrostis Hackeliana*, etc., espèces sur lesquelles des Puccinies n'avaient pas été observées jusqu'ici. Les *Uredo* de ce *Puccinia graminis* sont attaqués par une espèce nouvelle de *Fusarium (F. uredinis)*.

Il est des cas, où, dans ces régions tropicales, on peut trouver le deuxième hôte qui héberge ces parasites. M. Barclay (3) décrit ainsi

(1) Cette opinion est sujette à caution. M. Bolley *Wheat-rust* (Agricult. sc. V, p. 259-264) pense, au contraire, que les urédospores de *Puccinia rubigo-vera* gardent leur pouvoir germinatif pendant de longs mois et emportées par le vent paraissent la principale cause de propagation de la maladie. D'après les observations de plusieurs botanistes des États-Unis, cet auteur pense que les urédospores des rouilles du blé se développent toute l'année dans les États du Sud.

(2) Plowright : *The connexion of wheat mildew* (P. graminis) *with the Barberry Æcidium* (Records of the Woolhope transact. Hereford 1887, p. 15).

(3) Barclay : (Transact. of Linn. Soc. London, III (1891), p. 227-242, 1 pl.).

l'histoire du *Puccinia coronata* var. *himalensis*, les urédo et téleutospores se rencontrent sur diverses Graminées, en particulier sur le *Brachypodium sylvaticum, Piptatherum holciforme* et *Festuca gigantea.*

Les æcidies de ce *Puccinia coronata* sont d'ailleurs assez variables comme il résulte des recherches de M. Anderson (1) qui rattache à ce type l'*Æcidium crassum*, *Rhamni* et *pulcherrimum*. M. Klebahn (2) pense, au contraire, que le *Puccinia coronata* tel qu'on l'entend actuellement doit être subdivisé en deux espèces :

P. coronata sur	*Dactylis glomerata* *Festuca sylvatica*	et sur *Frangula Alnus.*
P. coronifera sur	*Lolium perenne* *Avena sativa* *Festuca elatior* *Arrhenaterum elatius*	et sur *Rhamnus cathartica* (*Æ. Rhamni*).

L'étude d'une espèce voisine, le *Puccinia Geranii sylvatici,* faite par M. Barclay (3) est également intéressante ; non seulement son cycle de développement a été complètement suivi, mais les téleutospores germent soit au bout de quelques jours, soit après un repos hivernal, participant ainsi des deux sections *Leptopuccinia* et *Micropuccinia.*

Voici une liste de quelques cas d'hétérœcie observés :

	Uredo et téleutospores.	Æcidiospores.
Par M. Barclay (4) :	—	—
Puccinia Jasmini chrysopogonis.	*Chrysopogon Gryllus.*	*Jasminum humile.*
Par M. Juel (5) :		
Pucc. vaginata	*Carex vaginata.* . . .	*Æc. Saussureae et Silvestre.*
P. rupestris.	» *rupestris* . . .	» » β *rupestris.*
Par M. Plowight (6) :		
P. Festucae.	*Festuca ovina.* . . . . » *duriuscula* . .	*Lonicera Periclymenum.*
P. Agrostidis	*Agrostis alba.* . . . . » *vulgaris* . . .	*Aquilegia vulgaris.*
Par M. Klebahn (7) :		
P. sylvatica.	*Carex arenaria.* . . .	*Taraxacum officinale.*
P. Phragmitis	*Phragmites.*	*Rumex crispus.*
P. Magnusiana.	»	*Ranunculus repens.*
P. Digraphidis	*Phalaris arundinacea.*	*Convallaria* et *Polygonat. multiflorum.*

(1) Anderson : *Notes on certain Uredinae and Ustilaginae.* (J. of. Mycology, VI, n° 3, p. 124).

(2) Klebahn : *Vorläufige Mittheilung über den Wirthswechsel der Kronenroste des Getreides und der Stachelbeerrostes.* (Zeitsch. f. Pflanzenk, III p. 199.

(3) Barclay : *On the life history of Puccinia Geranii-sylvatici Karst.* var. *himalensis* (Annals of Botany, V, p. 27-35, pl. IV).

(4) Transc. Linn. Soc., III, 1891.

(5) Juel : *Om nagra heteræciska Uredineen* (Bot. Notis , 1893, II).

(6) Plowright : *Experimental Researches on the Life history of certain Uredineae* (Grevillea, juin 1893, p. 109).

(7) Klebahn : *Culturversuche mit heterocischen Uredineen* (Zeits. f. Pflanzenk., II, 1892, p. 258).

M. Dietel (1) a également établi que l'*Æcidium Clematidis* appartient au *Puccinia Agropyri*, espèce nouvelle pour l'Europe, trouvée sur l'*Agropyrum glaucum*. Le même auteur (2) a également montré que l'*Æcidium Bellidiastri* ne correspondait pas à une Puccinie développée sur le *Bellidiastrum*, mais au *Puccinia firma*, espèce nouvelle du *Carex firma*.

M. Juel pense, mais sans en donner une preuve décisive, que le *Puccinia perplexans*, qui est commun dans les environs de Stockholm sur l'*Alopecurus pratensis*, est en relation avec un *Æcidium* du *Ranunculus acris*.

Par contre, les observations et les inoculations entreprises par M. Soppitt (3) l'ont convaincu que le *Puccinia fusca* de l'*Anemone nemerosa* n'a rien à voir avec l'*Æcidium leucospermum*, qui paraît se propager entièrement par lui-même, par ses spores et son mycélium vivace ; son développement présente donc quelques analogies avec celui des *Endophyllum* mais le promycèle ne produit pas de spores.

M. Tranzschel (4) a découvert en Russie quelques espèces nouvelles, *Puccinia rugulosa* (sur *Peucedanum ruthenicum*), *Uredo Goodyera* (sur *Goodyera repens*). Il a obtenu le *Puccinia Peckiana* Howe par le semis de *Caeoma nitens* sur *Rubus saxatilis*.

Les Æcidies du genre *Puccinia* qui vient d'être étudié se distinguent de celles des *Phragmidium* par la présence d'un pseudo-péridie. M. de Lagerheim (5), qui a étudié les relations entre ces deux genres, signale dans le *Puccinia mirabilis* l'existence de deux pores germinatifs dans les cellules des téleutospores ; par ce caractère, cette espèce se rapproche des *Phragmidium*.

Le genre *Diorchidium* offre de grandes affinités avec le genre *Puccinia*, il présente des téleutospores analogues, mais à cloison longitudinale et non transversale. Ce genre a été l'objet des recherches et des critiques de MM. Magnus (6) et Dietel (7). Le caractère tiré de la cloison n'a pas une valeur absolue, il s'observe quelquefois accidentellement dans les *Puccinia*. On observe les deux types de spores dans le *Puccinia levis*, le *Puccinia vexans* (qui est peut-être identique au

(1) Dietel : *Ueber den Generationwechsel von Puccinia Agropyri* (Œsterr. bot. Zeitsch. 1892, p. 261).

(2) Dietel : *Ein neuer Fall von Generationswechsel bei den Uredineen* (Hedwigia, 1892, p. 215).

(3) Soppitt : *Æcidium leucospermum* (J. of Botany, 1893, p. 273).

(4) Tranzschel : *Sur quelques Urédinées nouvelles trouvées dans ces derniers temps en Russie* (Soc. nat. de St-Pétersb., 21 oct. 1892, en russe).

(5) De Lagerheim : *The relationship of Puccinia and Phragmidium* (J. of Myc., VI, p. 111).

(6) Magnus : *Zwei neue Uredineen* (Ber. d. deutschen bot. Gesell., IX, p. 91-99). — *Einige Beobachtungen zur naheren Kenntniss der Arten Diorchidium und Triphragmium* (Ber. d. deutsch. bot. Gesells., IX, p. 118, pl. VI).

(7) Dietel : *Zur Beurtheilung der Gattung Diorchidium* (Ber. d. deutsch. bot. Gesells., X, p. 57).

Diorchidium Boutelouae) et dans le *P. flaccida*. Comme Diorchidie véritable, on peut citer : *D. Woodii*, qui a un seul pore par cellule, le *D. Steudneri* à deux pores et *D. binatum*. Le *Diorchidum Tracyi*, étudié par M. GALLOWAY (1), a été observé à New-Mexico sur le *Salvia ballotaeflora*. Le *Diorchidium pallidum* du Brésil devrait, d'après M. Dietel, à cause du développement de sa spore, former le type d'un genre nouveau *Sphenospora*.

Le genre *Triphragmium* a été l'objet de recherches de M. MAGNUS (2) et de M. MASSEE (3). Dans le *T. Ulmariæ*, il y a un pore dans le milieu de la membrane externe des cellules des téleutospores, il y en a deux dans le *T. Isopyri* et trois dans les *T. echinatum* et *clavellosum*. Quant au *T. Acaciæ*, il présente des téleutospores très différentes, pluricellulaires, formées de 6 à 9 cellules ; il constitue le type d'un genre nouveau *Sphaerophragmium* Magnus ; les urédospores unicellulaires sont à deux pores germinatifs. M. DIETEL (4) a enrichi ce genre d'une nouvelle espèce.

Relativement aux *Uromyces*, il y a à signaler un travail d'ensemble de M. HARIOT (5) ; l'auteur s'est surtout occupé de la synonymie et de simplification. Mentionnons aussi les notes de MM. MAGNUS (6), PRILLEUX et DELACROIX (7). M. DIETEL (8), qui a retrouvé l'*Uromyces* du *Primula viscosa* avec æcidio, urédo et téleutospores, signale également que le genre *Pileolaria* doit rentrer dans les *Uromyces* (9).

L'*Uromyces Cunninghamianus*, qui a été le sujet d'un travail de M. BARCLAY (10), se distingue par trois particularités : la production de téleutospores dans un périodie, l'attribution de la fonction de propagation aux æcidiospores, ce qui rend les uredospores inutiles, aussi manquent-elles, la germination des aecidiospores se manifestant par un promycèle, comme dans les *Eudophyllum*, mais sans sporidies.

Enfin M. PLOWRIGHT (11) a observé un cas intéressant d'heteroecie pour l'*Uromyces lineatus* qui développe urédo et téleutospores sur le *Scirpus maritimus* et æcidiospores sur le *Glaux maritima*.

(1) Galloway : *Diorchidium Tracyi* (*Pucc. vertiseptata* Tracy et Gall). (J. of Bot., V, p. 95).

(2) Loc. cit.

(3) Massee : *Revision of the genus Triphragmium* (Grev., 1893, p. 111).

(4) Dietel : *Sphaerophragmium Dalbergiae* n. sp. (Hedwigia, 1893, p. 30).

(5) Hariot : *Les Uromyces des Légumineuses* (Rev. myc., 1892, p. 11 à 22).

(6) Magnus : *Mykologische Miscellen* (Ber. d. deutsch. bot. Gesells., 1893, p. 43).

(7) Prillieux et Delacroix : *Note sur l'Uromyces scutellatus* (Bull. de la Soc. myc., IV, 1890, p. 35).

(8) Dietel : *Bemerkungen über Rostpilze* (Mitth. der Thüring. bot. Vereins, 1893, p. 65-68).

(9) Dietel : *Ueber die Gattung Pileolaria* (Mitth. d. geogr. Gesells. zut Iena, VIII, 1890, p. 20).

(10) Barclay : (J. of the Asiat. Soc. of Beng., LIX, part. II, n° 2. Calcutta, 1890, p. 75-112).

(11) Plowright : Grevillea, 1893, p. 109.

Les *Gymnosporangium* ont fixé l'attention de plusieurs chercheurs et les résultats intéressants auxquels ils sont parvenus méritent une mention toute spéciale.

M. Fischer (1) a établi par des recherches approfondies, en accord avec les observations de M. Plowright que le *Juniperus Sabinæ* peut présenter deux espèces de *Gymnosporangium :* le *G. fuscum* qui produit ses æcidies seulement sur le *Pirus communis* et le *G. confusum* qui les produit sur le *Cydonia vulgaris*, le *Crataegus Oxyacantha*, le *Mespilus germanica.* Ce résultat a été démontré par l'étude à l'état libre et par l'expérience, soit en déposant les téleutospores sur ces différentes plantes, soit en opérant à l'aide des æcidiospores. La distinction de ces deux espèces se trouve confirmée par l'examen anatomique et par la durée de leur évolution. La cellule supérieure de la téleutospore est un peu plus pointue chez le *G. fuscum* que chez le *G. confusum.* La première espèce forma ses spermogonies en 13 à 17 jours et ses æcidies en 4 mois ; la seconde produit ses spermogonies en 7 à 11 jours et ses œcidies en 30 à 35 jours.

Aux États-Unis, M. Thaxter (2) a bien fixé les caractères du *G. nidus-avis* qui produit sur les jeunes branches du *Juniperus Virginiana* des déformations en nid d'oiseau et qui forme, grâce à la démonstration donnée par l'expérience, ses æcidies sur l'*Amelanchier canadensis* et sur le *Cydonia.* Il y a dans le Connecticut 7 espèces de *Gymnosporangium :* 2 sur *Cupressus thuyoides,* 3 sur *Juniperus Virginiania,* 1 sur *J. communis.*

M. von Tubeuf (3), ayant constaté de nombreuses divergences entre les opinions des auteurs qui se sont occupés des *Gymnosporangium*, s'est livré à un travail de révision sur les espèces d'Allemagne. Il en distingue trois qu'il caractérise ainsi :

1° *G. Sabinae (fuscum)* sur *Juniperus Sabinae, Oxycedrus, Virginiana, Phaenicea, Pinus Halepensis* donnant le *Roestelia cancellata* sur *Pirus communis ;* 2° *G. clavariæforme* sur *J. communis* donnant *Ræstelia lacerata* (non *penicillata*) sur *Cratægus*, etc. ; 3° *G. tremelloides* = *G. conicum* = *G. juniperinum* sur *J. communis* et *nana* donnant comme æcidie le *Roestelia cornuta* et *penicillata* sur *Sorbus Aucuparia, chamaesmespilus, Aria, Pirus, Malus.* Ainsi donc il y a deux formes d'æcidies pour le *G. tremelloides*, mais cette espèce n'est pas la seule à

(1) Fischer : *Ueber Gymnosporangium Sabinae* (*Dicks.*) *und G. confusum Plow.* (Zeitsch f. Pflanzk , I, p. 192, une planche). — *Recherches sur certaines espèces du genre Gymnosporangium* (C.-R. des trav. prés. à la 64e sess. de la Soc. helv. des sc. nat. de Frib., 1891).

(2) Thaxter : *The Connecticut species of Gymnosporangium* (Bull. of the Connecticut Agricult. exp. stat. New-Haven, 1891).

(3) Von Tubeuf : *Ueber eine Infectionversuche mit Gymn. arten* (Bot. Verein in München, Bot. Centralbl., t. 46. p. 19. — Centralblatt für Bakteriol. und Parasitenk., 1891, t. IX, p. 89 98, p. 167-171, 3 fig.)

Voir aussi Magnus : *Ueber die europäischen Gymnosporangium arten* (Verhandl. den Bot. Ver. der Prov. Brand., 1892, XIV).

présenter des variations importantes de cet appareil reproducteur. On peut observer des modifications profondes suivant le rôle et les conditions extérieures : le péridie peut être allongé ou court, sa consistance peut varier, sa forme peut changer. Sur le *Sorbus*, les inoculations réussissent avec le *G. tremelloides* et le *clavariæforma* et les déviations du péridie sont si grandes que la désignation de *Roestelia* n'est plus justifiée.

A côté de ces travaux très importants, nous pouvons signaler une remarque de M. Poirault (1) concernant le *Roestelia cancellata ;* cet auteur a constaté que les spores de cet æcidie, contrairement à ce qui arrive d'ordinaire pour les autres Urédinées, peuvent conserver pendant un temps assez long leur pouvoir germinatif, même quand la température s'est abaissée jusqu'à — 7° et — 8°.

Les *Caeoma* sont les formes æcidiales de quelques *Melampsora*. Pour le Melampsore du Peuplier la forme æcidiale serait d'après M. Hartig le *Caeoma Laricis* et d'après Rostrup le *Caeoma Mercurialis*. Peut-être y a-t-il deux espèces, peut-être une seule qui aurait la propriété de se développer sur des plantes phanérogames très différentes.

Le résultat précédent est-il vrai pour tous les *Caeoma* et doit-on toujours les rattacher à des *Melampsora* ? Cela ne paraît pas être d'après les observations de M. Barclay (2). Dans les environs de Simla, cet auteur a trouvé sur le *Prenanthes Brunoniana* et le *Lactuca macrorhiza* une Puccinie qu'il appelle *Puccinia Prenanthis* v. *Himlensis* qui, par ses æcidies, ne s'accorde pas avec les autres espèces de ce genre, car elles manquent de péridie. Un fait analogue s'observe chez le *Caeoma Smilacis*, æcidie d'une espèce autoïque qui se développe sur un *Smilax* et que l'auteur désigne comme *Puccinia Prainiana*. La délimitation des genres *Ælcipium* et *Caeoma* est souvent difficile à indiquer et il sera utile, dès que la chose sera possible, de faire disparaître ces dénominations de la science.

M. Richards (3) a suivi le développement du *Caeomanitens* sur le *Rubus villosus*. Ce parasite apparaît au début comme une excroissance entre les cellules épidermiques : il déchire et résorbe les cloisons et se fait jour dans les cavités voisines ; il est plus superficiel que les appareils analogues des autres Urédinées. C'est ce *Caeomanitens* Sohw. = *C. interstitiale* Schl. qui dérive, d'après M. Tranzschel (4), du *Puccinia Peckiana* Howe. Ce dernier auteur croit avoir établi, par un autre

(1) Poirault : (Journal de bot., 1892, VI, p 59-60).

(2) Barclay : *On two antoecious caeomata in Simla* (Scientific Mems. by medical officiers of the army of India, VI, 5 p. avec une planche). — *On the life history* of a new *Caeoma* on *Smilax aspera* (Id., IV, 9 p., 2 pl.)

(3) Richards : *Development of the spermogone of Caeoma* (Proc. Americ. Acad. sc. and Arto, 1893, p. 31-36, 1 pl.)

(4) Tranzschel : *Culturversuche mit Caeoma interstitiale* (Hedwigia, 1893, p. 257). — Oudemans : [*Eine rectification* (Hedwigia, 1891)] a établi la synonymie précédente : *Caeoma nitens* = *C. interstitiale.*

exemple, combien ce genre *Caeoma* est hétérogène : une espèce décrite par MM. Hariot et Poirault (1) sous le nom de *Caeoma Moroti* (sur Cardamine) ne serait autre qu'une forme urédo du *Coleosporium Campanulae*.

Un autre *Caeoma*, le *C. Chelidoni*, a été également l'objet de débats entre M. Magnus (2) et M. Sydow (3), le second affirmant que cette espèce appartient au Melampsore du Tremble, le premier n'ayant jamais pu vérifier ce fait.

Les *Coleosporium* sont souvent en relation avec des *Peridermium*. C'est l'opinion formulée par M. Galloway (4) à l'occasion du *Colesporium Pini*, espèce nouvelle du *Pinus inops*, qui est peut-être en connexion génétique avec le *Peridermium cerebrum*.

Le *Peridermium Pini*, qui vit sur l'écorce du Pin sylvestre en Allemagne, et qui est la forme la plus commune dans ce pays, n'appartient ni au *Coleosporium Senecionis*, ni au *Cronartium ribicola*, ou *asclepiadeum*, d'après les études de M. Hartig (5).

M. Klebahn (6) distingue trois *Peridermium* : 1° *P. oblongisporum* (génération æcidiale du *Coleosp. Senecionis*), 2° *P. Cornui* (g. æcid. de *Cronartium asclepiadeum*) et 3° *P. Pini* (g. æcid. inconnue). Cette dernière espèce vient dans les régions où le *Vincetoxicum* manque complètement et tous les semis faits depuis 1888 ont échoué. L'auteur a fait des semis très nombreux sur un grand nombre d'autres plantes (*Ribes*, *Pæonia*, *Sonchus*, *Senecio*, *Alectophorus*, etc.) sans résultat.

En semant, au contraire, le *Peridermium* des aiguilles sur le *Senecio*, à côté de résultats positifs, l'auteur en a obtenu de négatifs. Il en conclut qu'il doit y avoir plusieurs espèces à distinguer. C'est ainsi qu'il est arrivé à infecter un *Alectophorus* avec un *Peridermium* qu'il désigne sous le nom de *P. Stahlii*. Ce dernier paraît en relation génétique avec le *Coleosporium Euphrasiæ*, ainsi que l'observation simultanée de ces deux champignons dans la nature le fait supposer.

L'auteur parle encore d'une autre forme des aiguilles qu'il désigne sous le nom de *Perid. Plowrightii* qui est en relation avec le *Coleosporium Tussilaginis*, espèce qui avait été jusqu'ici réunie au *C. Sonchi*. Les échecs répétés qui ont été observés quand on a voulu transporter la rouille du Tussilage sur le Laiteron à l'aide de semis d'urédospores conduisent à penser qu'il y a deux espèces.

Le *Ribes Grossularia* présente jusqu'ici une immunité particulière vis-à-vis le *Cronartium ribicola* (*Perid. Strobus*). En le greffant sur le

(1) Hariot et Poirault : *Une nouvelle Urédinée des Crucifères* (J. de bot., 1891, p. 272).

(2) Magnus : *Mykolog. Miscellen* (Ber. d. d. bot. Gesells., 1893, p. 43).

(3) Sydow : *Erwiderung* (Ber. der deutsch. bot. Gesells., 1893, p. 232).

(4) Galloway : *Coleosporium Pini* n. sp. (J. of Mycology, VII, 1891, p. 44).

(5) Hartig : (Bot. Vereins in München. Bot. Centralbl., t. 46, p. 19).

(6) Klebahn : *Culturversuche mit heteröcischen Uredineen* (Zeitsch. f. Pfl. Kr., II, 1892, p. 258).

Ribes aureum, cette immunité est abolie. C'est là, on le voit, un exemple curieux de l'action de la greffe sur la santé d'un végétal.

A côté de ces résultats très nombreux et très importants obtenus sur les *Peridermium*, M. KLEBAHN (1) remarque qu'il y en aurait beaucoup d'autres à trouver, car on connaît le *P. pini* sur diverses espèces de Pin (*montana*, *Mughus*, *Pumilio*, *uncinata*, etc.). Plusieurs autres espèces de *Peridermium* ont été décrites : 1° sur les écorces, *P. piriforme*, *cerebrum*, *filamentosum*, *Harknessi* ; 2° sur les aiguilles, *P. orientale*, *Ravenelli*. Il est à remarquer que dans la patrie du *Pinus Strobus* et *P. Lambertiana*, ni le *Perid. Strobi*, ni le *Cronartium ribicola* n'ont été trouvés.

Le genre *Chrysomyxa* mérite de fixer moins longtemps l'attention du lecteur. M. BARCLAY (2) a décrit un *Chrysomyxa Himalense* qu'il a observé à Simla sur le *Rhododendron arboreum* et dans le Sikkim sur le *Rh. Hedgsoni*, il n'a trouvé que les téleutospores sur ces deux hôtes. Un peu plus tard, le même auteur a obtenu d'autres régions montagneuses de l'Himalaya un *Uredo* sur le *Rh. lepidotum* et un *Æcidium* sur le *Rh. campanulatum*, qu'il considère comme appartenant à la même espèce. Ces deux dernières formes ressemblent beaucoup à celles que l'on connaît pour les Chrysomyxe européens, ce qui fait penser, sinon qu'elles appartiennent au *Chrys. himalense*, du moins à un *Chrysomyxa*.

M. THOMAS (3) a trouvé dans les Grisons, sur le *Picea excelsa*, le *Chrysomyxa Abietis*, qui n'avait jamais été observé jusqu'ici dans les Alpes, où il paraissait être remplacé par le *C. Rhododendri*. Il s'observait au milieu de juillet dans l'état où on le trouve en mai dans la plaine.

M. DUGGAR (4) a fait germer des spores de *Ravenelia cassiæcola* qui avaient été laissées au grand air de décembre en février. A la germination, chaque cellule donne un tube qui se termine par une spore portée sur un stérigmate.

III. *Genres nouveaux*. — Enfin plusieurs genres nouveaux d'Urédinées ont été décrits : par M. DE LAGERHEIM (5) : *Pucciniosira* (voisin des *Eudophyllum*), *Chrysospora* (entre *Puccinia* et *Coleosporium*), *Alveolaria* (à position isolée), *Trichospora* (pour lequel on peut écrire

(1) Klebahn : *Ueber die Formen und Wirthswechsel der Blasenroste der Kiefern* (Ber. der deutsch. bot. Gesells., VIII. Generalvers, p. 59-70).

(2) Barclay : *On a Chrysomyxa on Rhododendron arboreum* (Chrysomyxa Himalense) (Scientif. mem. by med. Off. of the army of India, V. Calcutta, 1890, 5 p., 1 pl.). — *Rhododendron Uredineæ* (Id., VI, 4 p., 2 pl.)

(3) Thomas : Cf. Bull. Soc. bot. de Fr. Rev. bibl. 1894.

(4) Duggar : *Germination of teleut. of Ravenelia cassiæcola* (Bot. Gaz., XVII, p. 144, pl. 9 et 10).

(5) De Lagerheim : *Pucciniosira, Chrysospora, Alveolaria, Trichospora, vier neue Uredineen-Guttungen mit tremelloider Entwickelung* (Ber. der deutsch. bot. Gesells., 1891, p. 344-348).

$\frac{\text{Trichospora}}{\text{Cronartium}} = \frac{\text{Chrysomyxa}}{\text{Puccinia}}$). M. VUILLEMIN (1) a décrit le genre *Æcidioconidium*, parasite sur les aiguilles de *Pinus montana*, qui produit des conidies comme un *Endophyllum* avec prédominance de l'appareil conidial. M. BARCLAY (2) a découvert le genre *Monosporidium*, également voisin des *Endophyllum*, dont les téleutospores donnent directement un promycèle se terminant par une sporidie non caduque. On peut rappeler ici le genre *Sphærophragmium* créé par M. MAGNUS (3).

Nous terminons en donnant en note, faute de place, la liste des mémoires dans lesquels sont consignées des espèces nouvelles (4), ainsi que les travaux intéressant la distribution géographique des Urédinées (5) ou les relations de ces plantes avec plusieurs familles végétales (6).

(1) Vuillemin : *Æcidioconidium, nouveau genre d'Urédinées* (C.-R. de l'Acad. des Sciences, CXV, p. 895).

(2) Barclay : *A descriptive list of the Uredineæ occuring in the neighbourhoad of Simla II* (J. of the asiatic Soc. of Bengal, LVI, II, n° 3, p. 350-375, pl. XII-XV).

(3) Loc. cit.

(4) Barclay (J. of Asiatic. Soc. of Beng., LX, 1891, p. 211, pl. IV-V). — Ellis and Tracy (J. of Mycol., VII, p. 43). — Hariot (J. de bot., 1891, p. 99-100). — De Lagerheim (J. of Mycology, VII, p. 44-49). — Dietel (J. of Myc., VII, 1891, p. 42). — Lindau (Engler's Bot. Jahrb., XVII). — Tranzschel : *Uredinearum species novae vel minus cognitae* (russe et latin) (Lab. de l'Univ. de St-Pétersb., 4 p.) — Dietel (Bot. Gazette, 1893, p. 253). — Dietel (Hedwigia, 1893, p. 29-30). — Dietel (Bot. Gazette, 1893, p. 253). — Arthur (Bot. Gazette, XVI, 1891). — Klebahn. *Zur Kenntniss der Schmarotzer Pilze Bremens und Nordwest deutschlands* (Naturw. Ver. Bremen, XII, p. 361-376).

(5) Dietel : *Notes on some Uredineæ of the United States* (J. of Myc., VII, p. 43). — Barclay : *A descriptive list of the Uredineæ occ. in the neighb. of Simla* (J. of the Asiat. of Beng., LVI, II). — Gobi : *Beiträge zur Pilzflora Russlands* (Laboratorium de l'Univ. de St-Pétersb., 1891, p. 65-128). — Ludwig. *Ueber einige Rost und Brandpilze Australien* (Zeits. f. Pflk., 1893, p. 137). — Magnus (Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brand., 1890, p. 251-254). — Hariot : *Contrib. à la flore des Ust. et Ured. de l'Auvergne* (Rev. myc., XIII, p. 117-123). — Dietel (Hedwigia, 1893, p. 29). — De Lagerheim (C.-R. Soc. r. de Belgique, 1891, 11 avril). — Ludwig (Zeitsch. f. Pflanzankr., II, 1892, p. 130). — De Lagerheim (Boletim da Socied Broteriana, VII, p. 126). — Hariot : *Notes critiques sur quelques Urédinées de l'herbier du Museum de Paris* (B. Soc. myc., 1891, p. 141).

(6) Dietel. *Ueber zwei auf Leguminosen vorkommende Uredineen* (Hedwigia, 1892, p. 159-165, pl. IX). — Dietel : *Bemerkungen über die auf Saxifragaceen vorkommenden Puccinia arten* (Ber. d. deutsch. bot. Gesells., IX, p. 35, pl. 3). — Dietel : *Ueber Puccinia conglomerata und die auf Senecio und einigen verwaudten Compositen vorkommenden Puccinien* (Hedwigia, 1891, p. 291, pl. XXXVI). — Magnus : *Ueber einige in Sud amerika auf Berberis Arten wachsende Uredineen* (Berichte d. deutsch. bot. Gesells., 1892, p. 319-326, 1 pl. et 1 fig.). — Tranzschel : *Urédinées du gouv. d'Archangel* (Laborat. de l'Univ. de St-Pétersb., 1891, p. 129-136).

IV. *Ustilaginées.* — Les recherches sur les Ustilaginées ont été infiniment moins nombreuses que celles que nous venons d'énumérer sur les Urédinées.

Signalons d'abord le mémoire de M. SETCHELL (1) sur le genre *Doassansia* qu'il subdivise en *Eudoassansia, Pseudodoassansia, Doassansiopsis*, et comme genres voisins *Burrillia, Cornuella.*

En 1877, M. KUHN (2) avait découvert un parasite remplissant les fleurs de Primevère comme d'une farine, qu'il regardait comme une Ustilaginée. Ayant eu l'occasion de revenir sur ces faits, il établit que le *Paipalopsis Irmischiæ* est le *Tuburcinia primulicola* (Magnus) Kühn.

M. MAGNUS (3) a montré que l'*Ustilago curgens* qui a été rattaché au genre *Cintractia* par de Toni est identique au *Melanotænium caulium.* Ce parasite a été observé sur les *Linaria vulgaris* et *genistifolia.*

Parmi les espèces qui attaquent l'Avoine, le Blé et l'Orge et qui ont été confondues avec l'*Ustilago segetum*, MM. KELLERMANN et SWINGLE (4) distinguent : *Ust. cruæ* (Pers.), Jans. sur Avoine, var. *levis* Kell. et Sw., *Ustil. Tritici* (Pers.), Jans. *U. Hordei* (Pers.) Kell. et Sw., et *U. nuda* (Jans.) Kell. et Sw. Sur l'Avoine, M. WILLE (5) a distingué deux espèces : *Ustilago Avenæ* à spores pourvues d'aiguillons, et *U. Kölleri* n. sp. à spores lisses qui germent plus facilement que les premières et causent plus de dommages.

M. NAWASCHIN (6) a complété les premiers renseignements qu'il avait fournis sur le parasite des *Sphagnum*, qu'il appelle *Tilletia Sphagni* qui se développe dans les sporogones, dans le parenchyme de la paroi et de la columelle, ainsi que dans le pseudopode.

M. MAGNUS (7) a observé l'*Urocystis kmetiana* qui se développe seulement dans les fruits de *Viola tricolor*, tandis que l'*Urocystis Violæ* apparaît dans n'importe quel organe et reste localisé. La deuxième espèce se rapproche de l'*Ustilago Maydis* qui, d'après les recherches de

(1) Setchell : *Contrib. from the crypt. laboratory of Harvard University XIV Preliminary notes on the species of Doassansia* (Proceed. of the Americ. Acad. of arts and sc., XXVI, p. 13-19). — Annals of Botany, 1892, suppl. p. 489).

(2) Kühn : *Die entwickelungsgesch. des Primelbrandes* (Sitzb d. Naturf. Gesellsc. zu Halle, 25 juin 1892).

(3) Magnus : *Beitrag zur Kenntniss einer österreich. Ustilag.* (Oesterr. bot. Zeitsc., 1892, p. 37, 1 pl.)

(4) Kellermann and Swingle : *Report of the loose Smuts of Cereals* (Second annual report of the exp. stat. Kausas state agricult. college, p. 213-288, pl. I-V).

(5) Wille : *Mycologische Notizen II* (Botaniska Notiser, 1893, 1-11).

Voir aussi Miczynski : *Note sur le charbon des Céréales* (Acad. des sc. de Cracovie, 1893, p. 73-75).

(6) Nawaschin : *Ueber die Brandkrank. d. Torfmoose* (Mél. biol. Bull. de l'Acad. imp. des sc. de St Pétersb., XIII, p. 349-358).

(7) Magnus : *Ueber eine neue in den Fruchtknoten von Viola tricolor arvensis auftretende Art* (Verh. d. Bot. Vereins d. Prov. Brand., XXXV).

M. Brefeld, s'introduit en un point et reste localisée, tandis que la première se rapproche de l'*Ust. carbo* qui s'introduit seulement dans la plante par l'axe hypocotylé et ne se manifeste que dans la fleur. M. Roze (1) a trouvé cet *Urocystis Violæ* en parasite sur le *Viola odorata*, où il produit également des renflements du pétiole; ses observations ont aussi porté sur l'*Ustilago antherarum* parasite du *Lychnis dioica*.

Enfin l'*Urocytis primulicola* de Magnus a été trouvé pour la première fois en France par M. Godfrin (2).

(1) Roze (Bull. de la Soc. bot. de France, 1891, XXXVIII, p. 69-71).

(2) Godfrin : *Sur l'Urocystis primulicola, Ust. nouv. p. la flore de France* (Bull. de la Soc. des sc. de Nancy, 1891, 2 p.)

(*A suivre*). J. Costantin.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

La transformation de l'huile ne se fait pas nécessairement dans l'albumen. D'après M. Sachs, le corps gras est même généralement absorbé tel quel par les cotylédons. En confirmant, à cet égard, l'opinion de M. Sachs, M. Schmidt (1) ajoute que peu importe la valeur de l'huile ; cela est vrai, aussi bien des huiles siccatives (*Cannabis sativa, Papaver somniferum*, etc.) que de celles qui ne le sont pas (*Nigella sativa, Pinus sylvestris*, etc.).

Pour passer ensuite des cotylédons dans le reste de la plantule, l'huile quelquefois se transforme, mais, dans d'autres cas aussi, peut cheminer sans modification préalable. Elle ne se dédouble alors que sur le lieu même de son emploi. Cette distinction se retrouve chez les plantes à graines exalbuminées, chez lesquelles l'huile se trouve immédiatement dans les cotylédons. Dans ces plantes également, l'huile sort des cotylédons, transformée ou non, suivant l'espèce. On peut donc, sans se préoccuper de la présence ou de l'absence d'albumen, établir deux catégories de plantes : les espèces chez lesquelles l'huile se dédouble dans les cotylédons, et les espèces chez lesquelles l'huile sort telle quelle des cotylédons, ne subissant sa transformation qu'ultérieurement, dans les divers organes de la plantule où elle est utilisée.

Dans la dernière catégorie rentrent surtout les espèces dont les graines renferment une huile composée d'acide linoléique (*Linum usitatissimum, Calendula officinalis, Cannabis sativa, Papaver somniferum, Helianthus annuus, Allium Cepa*, etc.). A la première catégorie appartiennent les graines de *Nigella sativa*, de Coriandre, de Pin sylvestre, de *Cucurbita Pepo*, d'*Amygdalus communis*, de *Gossypium herbaceum*, de *Pinus Pinea*, de Ricin, etc.

Enfin, on peut classer dans une troisième série certaines Crucifères, où il y a à la fois migration d'huile et migration d'amidon.

(1) Schmidt : *Ueber Aufnahme und Verarbeitung von fetter Oelen durch Pflanzen* (Flora, Juin 1891).

La substance grasse qui chemine ainsi à travers les tissus est bien de l'huile et non, comme on pourrait être tenté de l'objecter, des acides gras. L'huile qui se trouve sur les voies de cheminement est, en effet, comme l'a constaté M. Schmidt, presque dépourvue d'acides libres. La dissociation n'a donc lieu que peu avant la transformation en amidon. Il en est de même, du reste, dans les cas où il n'y a pas de migration.

Il est assez difficile de donner un chiffre précis pour exprimer le contenu de l'huile en acides. En général, la proportion oscille entre 10 et 30 o/o; elle est toujours moindre dans les parties où était l'huile de réserve que dans les régions où cette huile est employée. La plus forte proportion trouvée dans les cotylédons a été celle de 9,72 o/o, chez le *Cannabis sativa*, dont l'axe atteint une longueur de 20 millimètres. Dans l'axe hypocotylé, la plus faible proportion qui ait été observée a été, par contre, celle de 30,4 o/o, chez l'*Helianthus annuus*.

Maintenant, dans le cas où l'huile chemine sans transformation préalable, comment traverse-t-elle la membrane ? Est-ce à l'état de savon ou à l'état d'émulsion? Les deux hypothèses sont permises, mais, comme le remarque M. Schmidt, il faudrait, pour accepter la première, admettre qu'il y a, momentanément, une dissociation, puis une nouvelle union après le passage dans la cellule voisine. Aussi la seconde hypothèse est-elle beaucoup plus simple et plus admissible. Pour M. Schmidt, l'acide libre qui se trouve mélangé à l'huile forme, avec une substance qui se trouve dans la paroi cellulaire, un savon; et ce savon, d'une part provoque une émulsion de l'huile, de l'autre, en imbibant la membrane, et en élevant l'attraction capillaire, la rend perméable à l'huile émulsionnée.

Ce serait ainsi un phénomène tout à fait analogue à celui qui se produit dans l'organisme animal, sous l'action de la bile.

Et cette explication est rendue très vraisemblable par ce fait que l'huile pure, tout à fait neutre, est beaucoup moins rapidement absorbée que l'huile additionnée d'une petite proportion d'acides gras.

Remarquons, en outre, qu'on comprend, dès lors, pourquoi les membranes cellulosiques artificielles sont imperméables aux acides gras et aux huiles ; il y manque cette substance, probablement une combinaison organique calcaire, qui se trouve dans les membranes ordinaires.

Comme M. Leclerc du Sablon, M. Schmidt a observé une diminution graduelle de l'huile dans la plantule, pendant le cours de la germination. Ses analyses, qui sont à rapprocher de celles du précédent auteur, ont surtout porté sur l'*Helianthus annuus*, l'*Arachis hypogæa*, le *Cannabis sativa*, le *Cucurbita Pepo*.

A mesure que la plantule se développe, les cotylédons s'appauvrissent, tandis que la proportion de substance grasse augmente dans les racines et dans l'axe hypocotylé, quoique, à vrai dire, assez faiblement. Les acides libres sont de plus en plus abondants, dans la plante prise en totalité et dans chaque organe, mais au début seulement ; ils restent

ensuite en quantité à peu près invariable. Quant à l'acidité de l'huile, elle s'accentue très rapidement dans les racines et dans l'axe hypocotylé, relativement peu dans les cotylédons.

Sur ce dernier point, le Ricin se distingue des espèces citées plus haut; l'acidité de l'huile des cotylédons est plus prononcée. Au contraire, celle de l'albumen reste faible.

Au sujet de l'importance du rôle que l'huile peut jouer dans le développement de la plante, M. Schmidt a surtout envisagé, pour s'en rendre compte, les végétaux inférieurs.

Il a, dans ce but, cultivé des Moisissures sur des solutions renfermant, en plus des substances minérales nécessaires, soit de la glycérine, soit du glucose, soit de l'huile d'amandes douces, soit de l'acide oléique pur.

Dans les quatre séries de cultures, l'*Aspergillus*, le *Phycomyces nitens*, le *Penicillium* et le *Mucor racemosus* ont germé, mais ils n'ont fructifié que dans les trois dernières; l'accroissement dans la solution de glycérine s'est fait très difficilement.

Les huiles neutres et l'acide oléique sont donc un moyen de nutrition excellent pour les végétaux inférieurs. Il est bien probable que les plantes supérieures en tirent également profit, malgré les expériences — à vérifier — de M. Vogel, qui a pu faire germer des graines de Cresson après les avoir traitées, pendant plusieurs semaines, par l'éther de pétrole.

M. Green, ainsi que nous venons de le voir quelques pages plus haut, admet que la mise en œuvre des réserves oléagineuses, pendant la germination, résulte surtout de l'action d'une diastase spéciale, qui est à l'état de zymogène dans la graine en repos.

M. Mesnard (1) propose une explication toute différente, et qui ne concorde pas davantage avec la théorie émise par M. Schmidt, sur le mode de cheminement de la matière grasse à travers les tissus.

M. Mesnard, en faisant l'étude microchimique d'un certain nombre de graines (Ricin, Courge, Arachide, Colza, Chanvre, Bardane, Pin, Lin, Sésame, Blé, etc.), a remarqué que les matières albuminoïdes de réserve semblent toujours, pendant la germination, en relation étroite avec les huiles; ces deux catégories de substances se déplacent et se localisent d'une manière analogue.

S'appuyant sur ce fait, et aussi sur l'existence mal démontrée de la saponine dans l'embryon, l'auteur suppose que les matières albuminoïdes, dans certaines conditions, peuvent devenir les agents de la dislocation des matières grasses.

Convenablement hydratées par les sucs de la plante, les substances

(1) E. Mesnard : *Recherches sur la formation des huiles grasses et des huiles essentielles dans les végétaux.* — 1re partie. — (Annales des Sciences naturelles, 1894).

albuminoïdes constituent un milieu dissolvant, qui entraîne l'huile grasse, formée dans les tissus, jusque dans les réserves des graines. Au moment de la formation des grains d'aleurone, qui sont des hydroleucites albuminifères desséchés, les matières albuminoïdes (cristalloïdes) se séparent, par perte d'eau, de la matière grasse, qui peut alors se résoudre en gouttelettes.

Au moment de la germination, ce serait l'inverse qui se produirait ; les matières albuminoïdes ayant repris la quantité d'eau nécessaire seraient susceptibles d'entraîner à nouveau la matière grasse.

En fait, partout où l'on rencontre des matières albuminoïdes en quantités notables (Noix, Chanvre, Blé, Maïs), il est toujours possible de provoquer l'apparition de l'huile, même quand, à première vue, elle semble manquer.

Dans cet ordre d'idées, les matières albuminoïdes rempliraient donc le rôle de diastases ; et l'étude de la germination des semences de Graminées (Blé, Maïs, etc.), qui doivent être considérées comme des graines oléagineuses (embryon) pourvues d'une réserve extérieure d'amidon (albumen), fournit différents termes du degré de perfectionnement que peuvent atteindre les matières albuminoïdes pour pouvoir digérer les réserves. Dans le grain de Blé, par exemple, on trouve en effet : 1° les matières albuminoïdes de l'écusson, qui sont chargées d'entraîner l'huile de réserve de cet écusson ; 2° les matières albuminoïdes de l'assise à gluten, qui se répandent peu à peu sur la périphérie de l'albumen amylacé ; 3° de véritables diastases, de nature albuminoïde, sécrétées par un épiderme spécial, et qui provoquent la digestion de la plus grande partie de l'amidon de réserve.

M. Mesnard tend, en outre, à penser que l'amidon transitoire, tout comme la substance grasse, est sous la dépendance directe des matières albuminoïdes. Il repousse ainsi l'hypothèse de M. Sachs, pour qui l'amidon de germination se forme aux dépens de l'huile.

De l'avis de M. Mesnard, l'amidon de germination provient des matières albuminoïdes, par dédoublement.

Dans la graine mûre, la matière amylacée existerait toute formée ; mais, n'ayant pas, à ce moment, la forme figurée, elle échapperait à l'action de l'iode. Intimement mélangée à l'huile et aux matières albuminoïdes, elle serait alors entraînée, en même temps que celle-ci, au moment de la germination.

Elle s'en séparerait ensuite peu à peu, au fur et à mesure de l'utilisation des substances de réserve.

Parmi les produits qui résultent de la transformation de l'amidon dans la graine en germination il convient, d'après M. Lindet (1), de

(1) Lindet : *Sur la production du saccharose pendant la germination de l'orge*. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, nov. 1893). — *Sur le développement et la maturation de la pomme à cidre* (id., nov. 1893).

compter le saccharose. Pendant que la plantule d'Orge, par exemple, se développe, l'augmentation de saccharose est, en effet, en rapport, comme l'avaient bien constaté déjà MM. Brown et Morris, avec la diminution d'amidon. La même corrélation entre les deux substances peut encore être observée pendant la maturation de la pomme à cidre. Le saccharose se formerait donc souvent, dans la plante, aux dépens de l'amidon.

Toutes ces transformations que subissent, dans la plantule en voie de développement, les matières de réserve de la graine, ne se font pas, évidemment, sans qu'un facteur quelconque règle leur marche ; et il est assez logique de supposer que leur rapidité dépend, par exemple, de la consommation et de la migration, plus ou moins accélérées, des produits osmotiques.

C'est, en fait, ce que M. Pfeffer (1) a réussi à démontrer. Le phénomène est particulièrement bien visible avec les Graminées.

L'albumen du grain de Maïs ou du grain d'Orge, par exemple, étant isolé de l'embryon, on le moule dans du plâtre, de telle sorte que la masse séchée soit appliquée contre l'albumen, à la place du scutelle. Puis le disque de plâtre est mis en contact avec une plus ou moins grande quantité d'eau, le tout étant stérilisé.

On constate alors que, si la quantité d'eau fournie est abondante, l'amidon se dissout progressivement, à partir de la région qui touche au plâtre ; mais si, au contraire, il y a très peu d'eau, la dissolution n'a pas lieu et l'albumen ne se vide pas. La différence tient évidemment à ce que, dans le premier cas, le sucre formé, traversant le plâtre, est passé dans l'eau, tandis que, dans le second cas, la quantité d'eau fournie n'étant pas suffisante pour le dissoudre, il est resté accumulé dans l'albumen. C'est ainsi l'arrêt de migration des produits de décomposition qui entrave le cours de la réaction.

On voit, en même temps, que, dans la graine intacte, ce n'est pas nécessairement l'embryon qui détermine la transformation des matières de réserve de l'albumen, puisque cette transformation se produit même en son absence. Son rôle peut se borner à une action indirecte, qui consiste à enlever, pour les besoins de la plantule, le glucose de l'albumen, au fur et à mesure qu'il se produit ; et c'est cette absorption incessante qui amène la dissolution continue de l'amidon.

Toutefois, de ce que la sécrétion de diastase par l'embryon n'est pas absolument nécessaire, il ne faut pas conclure qu'elle n'a pas lieu. En appliquant, à la place de l'albumen, contre l'embryon isolé, un moule formé d'amidon et de plâtre, M. Pfeffer a remarqué qu'à partir du scutelle, l'amidon du moule est énergiquement corrodé ; et la plantule absorbe du sucre. On peut, il est vrai, objecter que, normalement, la

(1) Pfeffer : *Ueber die Ursachen der Entleerung der Reservstoffe aus Samen.* (Berichte des k. sächs Gesellschaft der Wissenschaften. — Déc. 1892).

formation de diastase ne se produit peut-être pas, et qu'ici on l'observe seulement parce que le manque d'apport du sucre, de la part de l'albumen, a provoqué une excitation particulière.

En tout cas, M. Pfeffer n'admet pas que l'assise d'Haberlandt soit plus spécialement sécrétrice que les autres. Quand on l'enlève, la dissolution du reste de l'albumen a lieu néanmoins.

Si, normalement, la dissolution de l'amidon se fait toujours d'abord à partir du scutelle, la cause en est que l'épuisement du sucre par la plantule se fait de ce côté. Mais que l'on applique le moule de plâtre sur la région opposée, on constate que les transformations commencent alors dans cette région.

Les mêmes phénomèues se reproduisent avec le *Tetragonolobus purpureus*, le *Pinus Pinea*, et le Lupin. Dans ce dernier, l'asparagine agit à l'égard des albuminoïdes, comme le sucre à l'égard de l'amidon dans le grain des Graminées.

Les graines, en raison de l'état de vie ralentie où elles se trouvent, supportent mieux que les plantes en voie de développement une élévation de température. Cependant il est une limite qui ne peut être dépassée, et qui s'abaisse surtout très sensiblement si le milieu est humide. M. Kellermann (1) a déterminé, d'une manière précise, pour diverses races de Maïs, le temps pendant lequel le grain peut rester plongé dans l'eau chauffée à différentes températures, sans que son pouvoir germinatif soit aboli.

Le résultat le plus intéressant de ces essais, c'est qu'il y a lieu de tenir compte du temps qui s'écoule entre le moment où le grain a été traité par l'eau chaude et celui où il est mis à germer.

Ainsi les grains plongés pendant une minute dans l'eau à 81° germent presque tous si on les sème immédiatement ; mais la germination n'a pas lieu si, les ayant laisser se dessécher, on les fait ensuite gonfler dans l'eau ordinaire.

Il en est de même pour les grains maintenus pendant cinq minutes dans l'eau à 72°, ou pendant vingt secondes, dans l'eau à 88°,5.

En général, l'influence nuisible du gonflement dans l'eau ordinaire, pour les graines qui ont été auparavant plongées dans l'eau chaude, ne commence que lorsque la température de cette eau a été supérieure à 62°.

Ces conclusions s'appliquent, non seulement au Maïs, mais aussi au Blé et à l'Avoine.

L'état de vie ralentie, qui est une des caractéristiques physiologiques de la graine et qui lui donne cette force particulière de résistance qu'elle présente à la plupart des agents extérieurs, s'observe encore parfois,

(1) Kellermann. Transactions of the Kansas Academy of Science, 1890.

non seulement chez un grand nombre de Cryptogames, mais même chez certaines plantules de Phanérogames.

Quelques physiologistes, tels que Doyère, ont, en effet, depuis longtemps remarqué que le Blé germé, peut, en certain cas, supporter une dessiccation plus ou moins forte, puis reprendre ensuite la vie active, si on le place de nouveau dans des conditions favorables.

M. Gaston Bonnier (1), pour compléter ces premières données, a examiné, sur le Blé, la Fève, le Haricot, le Pois et le Maïs, comment et dans quelles limites s'opère ce retour à la vie active des plantules desséchées.

De ses observations il résulte que les plantules germées de Blé peuvent être desséchées et maintenues à l'état de vie ralentie pendant plusieurs mois ; mises à germer, après ce temps, comme des graines, elles reprennent le cours de leur développement. Mais ce passage à l'état de vie presque latente, sans perte du pouvoir germinatif, dépend essentiellement de l'âge de la plantule, et de la température à laquelle on la dessèche. Plus la germination est avancée, et plus la dessiccation devient dangereuse. La germination ne doit pas être commencée depuis plus de quatre jours, et la température de dessiccation ne doit pas dépasser 35°.

Des Fèves, qui ont germé pendant huit à quinze jours à 14°, puis qui ont été desséchées à 35°, ont pu reprendre ensuite l'état de vie active, mais seulement si la température de 35° n'a pas été maintenue plus d'un jour. Cette expérience met ainsi en évidence une autre condition pour le retour possible des plantes germées à l'état de vie ralentie ; il ne faut pas que le séjour, à la température de dessiccation, ait été trop prolongé. Laissées à 35° jusqu'à ce qu'elles ne présentent plus de perte de poids, les Fèves, dans la suite, ne reprennent pas.

Les Maïs et les Pois peuvent être desséchés à peu près dans les mêmes conditions que les Fèves. Au contraire, les Haricots ne résistent à la dessiccation qu'après un temps de germination plus court, qui est de huit jours au maximum, et qui correspond à un état morphologique moins avancé.

Par l'examen microchimique de ces différentes plantules, M. Bonnier a constaté que c'est surtout l'eau du protoplasme qui joue le rôle principal dans ces alternatives de vie ralentie et de vie manifestée. L'eau des membranes, des grains d'amidon et des grains d'aleurone n'a dans le phénomène qu'une part secondaire ; ces différentes parties se dessèchent bien moins que le protoplasme.

Lorsque, dans la terre, la graine se met à germer, l'eau dont, à ce moment, elle s'imbibe est très rarement pure ; elle tient le plus souvent, en dissolution, un certain nombre de substances.

(1) G. Bonnier : *Note sur la réviviscence des plantules desséchées* (Revue générale de Botanique, mai 1892).

Or si, parmi ces substances, beaucoup sont indifférentes, il peut s'en trouver aussi quelques-unes qui soient de nature à exercer une action plus ou moins nuisible sur le processus germinatif. Il ne serait pas étonnant que de ce nombre fussent, par exemple, les alcaloïdes que beaucoup de végétaux renferment. Les végétaux, en se fanant, puis en se décomposant, doivent nécessairement abandonner à l'eau du sol sur lequel ils ont poussé en plus ou moins grande quantité de leurs produits solubles.

M. Cornevin, puis M. de Varigny, ont recherché ce qui peut en résulter pour les graines mises ensuite à germer au même endroit.

M. Cornevin (1) a surtout étudié le cas spécial où l'action du poison s'exerce sur la germination des graines de la plante d'où ce poison provient. L'auteur distingue, à ce point de vue, deux catégories de plantes.

Dans la première, la graine renferme le toxique, qui, de là, passe dans la plantule, sans qu'il y ait d'interruption dans la toxicité du végétal.

Dans la seconde, ni la graine ni la jeune plante ne contiennent trace d'alcaloïde; celui-ci ne se forme que plus tard, quand certaines parties qui l'élaborent, telles que les laticifères, se trouvent dans les conditions requises pour cette production; le toxique alors se localise.

A la première catégorie, appartiennent l'*Agrostemma Githago* et le *Cytisus Laburnum*, dont les semences contiennent respectivement de la saponine et de la cytisine. Ni chez l'une, ni chez l'autre, M. Cornevin n'a constaté d'action nuisible du toxique sur la germination de leurs graines.

Dans la seconde catégorie rentrent le *Papaver somniferum* et le *Nicotiana Tabacum*, dont la graine est dépourvue d'alcaloïde.

Ici l'action du toxique est variable; la nicotine, en effet, a entravé la germination du tabac, et, au contraire, l'opium a favorisé celle du pavot.

La terre imprégnée d'alcaloïdes constitue donc, pour le développement de l'embryon de certaines espèces, une véritable fumure; elle est au contraire, pour d'autres plantes, un milieu impropre à la végétation.

M. Henry de Varigny (2) a étudié, de son côté, au même point de vue, l'influence de l'atropine.

Cet alcaloïde est considéré comme un bon engrais par Réveil; M. Marcacci pense, tout au contraire, que son action sur la germination est nuisible.

(1) Ch. Cornevin : *Action des poisons sur la germination des graines des végétaux dont ils proviennent* (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, août 1891).

(2) H. de Varigny : *L'atropine est-elle un engrais végétal ?* (Revue générale de Botanique, octobre 1892).

M. de Varigny a fait germer comparativement, dans des milieux additionnés d'atropine et dans des milieux sans atropine, des graines appartenant à plusieurs espèces de plantes. Ces milieux étaient, soit de l'eau distillée, soit de la terre, soit du sable, soit de l'ouate hydrophile.

Les différentes graines avec lesquelles l'auteur a expérimenté n'ont pas fourni des résultats identiques, et on peut les partager en trois catégories :

Dans la première, M. de Varigny place celles sur lesquelles l'atropine agit défavorablement : ce sont le Blé, l'Orge, le Cresson alénois, le Radis, le Soleil, le Maïs, le Navet, la Moutarde, l'Avoine, le Vulpin, l'Agrostide.

Dans la seconde, sont rangés la Betterave, le Chou, la Lentille, le Sarrasin, le Pois, auxquels l'atropine semble indifférente, la germination et la croissance étant à peu près les mêmes dans les deux séries de cultures.

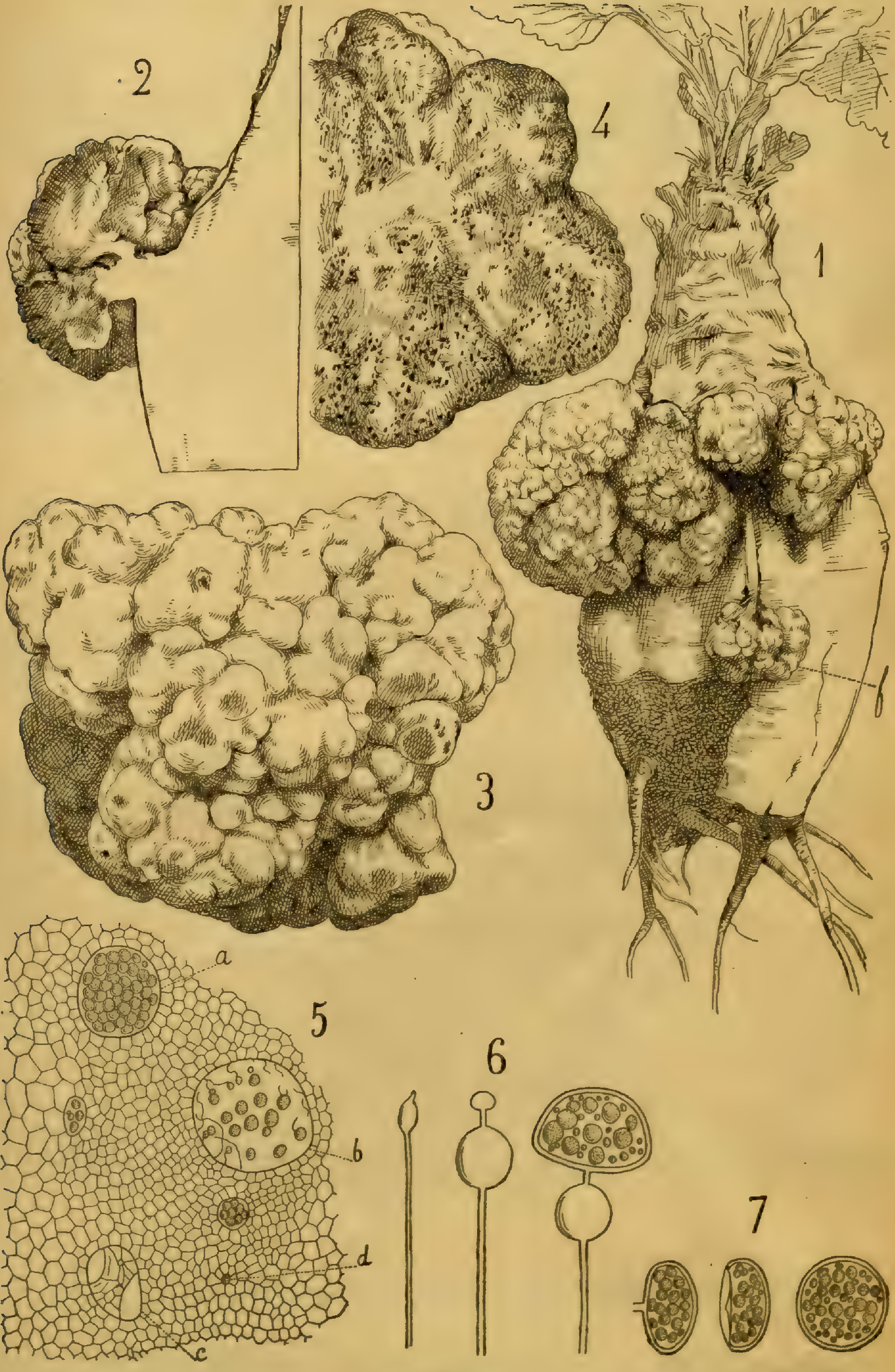
Enfin dans la troisième rentreront la Carotte, le Paturin, la Laitue, sur lesquels l'atropine semble exercer une action favorable.

Il faut noter toutefois que, sauf pour la Laitue, pour laquelle le fait a été observé deux fois, l'action favorable de l'atropine n'a été, en général, dans les expériences de M. de Varigny, constatée qu'une seule fois ; ce qui est insuffisant, l'auteur lui-même le reconnaît, pour établir une conclusion de quelque valeur.

Si donc il y a des graines dont la germination est favorisée par l'atropine, le fait est, du moins, exceptionnel. La plupart du temps, les plantes ne retirent manifestement aucun avantage de la présence de l'alcaloïde, qui ne peut guère, dès lors, être considéré comme un engrais.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.



Trabut del. Imp. Le Bigot. Vitou sc.

Œdomyces leproides Trab.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la *Revue.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la *Revue générale de Botanique :*

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 153 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : L'*Abies numidica.* — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon) ; sur les Champignons (Costantin), relatifs aux méthodes de technique (Dufour) ; sur les Lichens (Hue) ; sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 205 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure comparée de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — LESAGE : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — BONNIER : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées — DAGUILLON : Les feuilles des Conifères. — RUSSELL : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — BRANDZA : Recherches anatomiques sur les hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un nouveau parasite de la Vigne. — DANIEL : Le tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (FLAHAULT) ; de botanique forestière (HENRY) ; de paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) ; d'anatomie végétale (LECLERC DU SABLON) ; des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; des plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — BRANDZA : Développement des téguments de la graine. — RUSSELL : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — PRUNET : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma vivant. — JUMELLE : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — BASTIT : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — CONWAY MACMILIAN : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; Espèce du genr *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : Distribution du *Cyclamen europæum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF) ; sur les Champignons (COSTANTIN) ; de physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; relatifs aux méthodes de technique (DUFOUR).

Tome IV — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — RUSSELL : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — PRUNET : Relations entre les plantes et les insectes. — HERVIER : Sur quelques plantes d'Espagne. — BONNIER : Réviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Une Liliacée exotique peu connue. — COSTANTIN et DUFOUR : La môle, maladie du Champignon de couche. — GIARD : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — GÉNEAU DE LAMARLIÈRE : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (JUMELLE) ; des Lichens (HUE) : d'anatomie végétale (PRUNET) : des Bactéries et des fermentations (BOUTROUX) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (MASCLEF).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — DUCHARTRE : Variations du *Rosa sericea.* — BONNIER : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — PRUNET : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : La convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — MESNARD : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Sur le développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : La végétation des lacs du Jura. — JACCARD : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Recherches sur les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (FLAHAULT) ; de Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; de Botanique forestière (HENRY) ; sur les Bactéries et les fermentations (BOUTROUX).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Novembre 1894

N° 71

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1894

I. — LES ENNEMIS DU PIN DANS LA CHAMPAGNE CRAYEUSE (avec une planche), par **MM. Léon Dufour** et **Robert Hickel**. 433

II. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DU DÉPARTEMENT DE LA CÔTE-D'OR, par **M. L. Bazot**. 446

III. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES CHAMPIGNONS pendant les années 1891 à 1893 (avec figures dans le texte), par **M. J. Costantin** *(suite)*. . . . 460

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 471

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 17. — *Lasiocampa Pini ; Retinia buoliana ; Lophyrus rufus.*

Cette livraison renferme en outre cinq gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

LES ENNEMIS DU PIN

DANS LA CHAMPAGNE CRAYEUSE

par MM. Léon DUFOUR et Robert HICKEL.

Depuis quelques années de grands ravages ont été causés dans les plantations de Pins de la Champagne crayeuse par divers insectes. Le plus nuisible a été assurément le Bombyx du Pin (*Lasiocampa Pini* = *Gastropacha Pini* des auteurs allemands). Aussi est-ce sur lui presque exclusivement que s'est portée l'attention des forestiers. Mais malheureusement cet insecte est loin d'être le seul qui entrave le développement normal des Pins. Il en est un autre notamment, comme nous le verrons plus loin, qui est en quelque sorte passé inaperçu, et qui, cependant, s'il ne détruit pas des peuplements entiers comme le Lasiocampe, en arrête du moins la croissance dans une mesure très appréciable.

I. — LASIOCAMPA PINI.

A. — INVASION DU BOMBYX EN CHAMPAGNE.

Le Bombyx du Pin existe depuis longtemps en Champagne, mais il n'y a guère que de deux à trois ans qu'il est devenu véritablement redoutable.

C'est au mois de mars 1892 que l'invasion du Bombyx a commencé par l'arrondissement d'Arcis-sur-Aube, dans les massifs des environs de Champfleury et de Plancy. Les Pins les plus âgés, ils ont de 20 à 40 ans, sont attaqués les premiers; quand toutes leurs aiguilles sont mangées, les chenilles émigrent sur de plus jeunes arbres.

En 1893 les points d'attaque ont été plus nombreux et les surfaces beaucoup plus étendues: l'invasion s'est avancée vers le Nord, dans le département de la Marne, et vers l'Ouest.

Dans des massifs entiers tous les arbres complètement dépouillés de leurs feuilles sont morts. Le nombre des cocons était considérable, on en voyait parfois accrochés à la face inférieure des branches jusqu'à 8 ou 10, réunis en une grosse masse brun clair, et cela à un très grand nombre de ramifications.

Aussi en 1894 le mal n'a fait qu'empirer. On évalue actuellement à plus de 3000 hectares la surface des plantations de Pins totalement perdus, ce qui correspond à environ un cinquième de la surface occupée par les pineraies dans la partie crayeuse de la Champagne.

Il existe maintenant des bois attaqués, d'une part aux environs de Troyes, et d'autre part le Bombyx s'est avancé dans l'arrondissement de Nogent-sur-Seine, et, au Sud-Ouest, jusqu'à la limite entre la Champagne crayeuse et le pays d'Othe.

Le grand nombre des papillons éclos en 1894 fait craindre que le mal ne puisse encore augmenter. Il faudrait peu de chose pour que le Bombyx arrivât dans la forêt de Champagne (1), et de là ne passât dans la forêt de Fontainebleau.

Les Pins extrêmement nombreux dans cette dernière forêt fourniraient au Bombyx un aliment abondant et les désastres seraient alors immenses.

Il importe donc beaucoup de faire connaître l'ennemi, et d'étudier les moyens les plus pratiques pour le combattre.

B. — DESCRIPTION ET DÉVELOPPEMENT DU BOMBYX.

Le papillon du Lasiocampe (fig. 1 et 3) a le corps long d'environ trois centimètres, et entièrement couvert de poils roux. Les ailes antérieures sont d'un gris de souris, et présentent vers leur tiers postérieur une large bande transversale rousse limitée de chaque côté par une ligne sinueuse plus foncée.

Le disque est également roux et porte une tache blanche triangulaire, particularité qui rend cette espèce facile à reconnaître. Les ailes postérieures sont uniformément rousses.

Chez les deux sexes les antennes sont pectinées, mais les dents de cette sorte de peigne sont longues et serrées chez le mâle (fig. 4), courtes et espacées chez la femelle (fig. 2).

(1) Forêt située sur la rive droite de la Seine, en face de la forêt de Fontainebleau.

Les ailes étendues, ce Papillon mesure de cinq à six centimètres de largeur.

La chenille adulte mesure de 7 à 8 centimètres de longueur et a presque 1 centimètre de diamètre (fig. 5). Comme tous les Bombycides, elle possède, outre les trois paires de vraies pattes, une paire de fausses pattes à quatre anneaux successifs, puis il y a deux anneaux sans pattes, et enfin le dernier anneau présente encore une paire de pattes membraneuses.

Cette chenille est d'un brun roussâtre plus ou moins foncé, quelquefois jaunâtre. La portion dorsale de chaque anneau présente à droite et à gauche une touffe de courts poils bleus entourée d'une bande blanche. Il y a en outre sur les anneaux des poils bruns, épars, et quelques poils courts, capités, bleus, apparents surtout sur le dernier anneau. D'autres poils, d'un blanc sale, forment une frange au-dessous des stigmates, et contre les stigmates il y a une petite touffe de même couleur.

Enfin, particularité qui suffit à caractériser cette chenille, au moins parmi celles qui vivent sur le Pin, en arrière de la tête se trouvent deux taches d'un bleu d'acier, revêtues de poils de même couleur et séparées par un espace couvert de courts poils argentés. Ces taches bleues sont surtout apparentes quand la chenille recourbe la tête et ses premiers anneaux, comme elle le fait quand on l'inquiète.

Les jeunes chenilles ont un aspect un peu différent (fig. 6); sur la face dorsale les pinceaux de poils bleus sont beaucoup plus apparents et entourés de poils d'un blanc nacré identiques à ceux qui séparent les deux plaques bleues. Le dos et les côtes sont jaune rougeâtre ou gris, parfois presque noirs. La face ventrale, entièrement jaune chez l'adulte, présente, chez les jeunes individus, une tache noire au milieu de l'anneau et le reste de l'anneau est gris ou jaune rougeâtre.

Les papillons apparaissent habituellement dans la première quinzaine de juillet. Ainsi en 1894, dans le domaine de Plancy, les premiers cocons formés ont été vus le 17 mai, et les premiers papillons le 27 juin ; mais c'est vers le 10 juin que les cocons ont existé en plus grand nombre, et l'éclosion des papillons s'est produite du 5 au 15 juillet.

La femelle pond ses œufs au nombre d'environ 200 et réunis

par petits paquets de 20, 30 ou 40, sur les feuilles, les branches ou les troncs des Pins, et même à terre dans la mousse.

Au bout d'une quinzaine de jours les chenilles éclosent et commencent à manger les feuilles des Pins. Elles rongent d'abord le bord des aiguilles, puis plus tard les dévorent en entier, de la pointe à la gaîne. Sur les arbres elles sont parfois difficiles à apercevoir ; grises, elles ont presque la même teinte que les brindilles de Pins, jaune rougeâtre, elles échappent facilement à la vue sur les troncs quand elles sont près de Lichens tels que le *Parmelia parietina*.

A la fin de septembre, on voit des chenilles de toutes tailles. Il y en a de très jeunes qui n'ont qu'un centimètre de longueur ; la plupart ont de trois à cinq ; enfin il en existe, en très petit nombre, de beaucoup plus grosses. Ce sont des chenilles adultes de la génération précédente qui ne sont pas chrysalidées. Cette sorte d'incertitude dans les phases de la vie de l'insecte ne se rencontre que les années où les chenilles sont extrêmement nombreuses.

A cette époque, la plus grande quantité des chenilles sont encore sur les branches des Pins : on en trouve quelques-unes qui descendent le long des troncs ou qui déjà sont à terre. Nous n'en avons pas trouvé d'enroulées sous la mousse. Mais disons que nous les avons visitées le matin par un beau soleil. Nous en avons mises dans un cristallisoir qui contenait de la terre, recouverte de touffes de mousses et d'aiguilles de Pins. Pendant le jour toutes les chenilles sont restées à la surface ; la nuit la température s'est abaissée et le lendemain matin nous avons retrouvé presque toutes les chenilles cachées sous la mousse. Le cristallisoir ayant été placé au soleil : tous les jeunes individus sont revenus se promener à la surface ; deux vieilles chenilles sont au contraire restées enroulées sous une touffe de mousse.

Les chenilles passent donc l'hiver à l'abri du froid. Au printemps elles reprennent de l'agilité et remontent sur les arbres, Elles grossissent alors très rapidement, et mangent beaucoup. C est la période de leurs plus grands ravages.

En juin elles mettent de quatre à huit jours à filer des cocons d'un brun clair, souvent parsemé de petits lambeaux d'écorce, qu'elles placent toujours à la face inférieure des branches, fréquemment tout contre la tige, à la partie inférieure d'une couronne

de branches. A l'intérieur des cocons est une chrysalide ovale, brune, qui, en juillet, donne naissance au papillon.

II. — RETINIA BUOLIANA

Le second ennemi des Pins de la Champagne est un petit papillon qui ne paraît pas avoir été signalé jusqu'ici comme très nuisible aux pineraies en France. C'est un microlépidoptère de la famille des Tortricides, appartenant au genre *Retinia*, le *Retinia buoliana*.

Cet insecte est parfois désigné sous le nom de Pyrale des pousses du Pin, nom doublement impropre, car ce n'est pas une Pyrale, et il s'attaque, non pas aux pousses, mais aux bourgeons des Pins.

Le Papillon ne mesure guère que deux centimètres de largeur, les ailes étendues, et son corps atteint à peine un centimètre de longueur (fig. 8). Le corps est couleur rouille, les ailes supérieures, à peu près de même couleur, présentent un grand nombre de petites lignes sinueuses d'un blanc argenté. Les ailes inférieures sont d'une couleur grise uniforme avec la frange d'un gris un peu plus clair.

La chenille a une longueur de sept à huit millimètres. Elle est brune, sauf à la tête et à la partie supérieure du premier anneau qui sont noires. Sur les autres anneaux il y a de petits tubercules portant un poil chacun.

Les Papillons ne volent qu'après le coucher du soleil, au mois de juillet. La femelle dépose ses œufs dans les bourgeons de Pins. Une fois éclose, la chenille ronge l'intérieur du jeune bourgeon dont il ne reste bientôt plus que les écailles extérieures, complètement sèches, et s'effritant entre les doigts. La présence du parasite est souvent décelée à l'extérieur par une exsudation de résine très abondante. Au mois de juin de l'année suivante, la chenille se transforme en chrysalide sans sortir de sa galerie, puis donne naissance au Papillon dans le courant de juillet.

Sur plusieurs points de la Champagne, notamment du côté de Plancy, et plus au Sud, près de Bercenay-le-Hayer, nous avons constaté que la presque totalité des Pins silvestres ont ainsi perdu le bourgeon terminal de leur flèche, et celui de leurs principales

ramifications. Le développement normal de l'arbre se trouve singulièrement modifié. Il ne *file* pas, il buissonne et prend une ramification diffuse, *en pommier*, très différente de la ramification pseudo-verticillée habituelle.

Les efforts réunis du Bombyx et de la Cordeuse peuvent arriver à un résultat désastreux complet. Plus de feuilles adultes, plus de bourgeons.

III. — FIDONIA PINIARIA.

On rencontre encore en Champagne une troisième espèce de Lépidoptère, dont la chenille, sans être aussi nuisible que les deux précédents, ronge cependant les aiguilles de Pins. C'est une Phalène, le *Fidonia piniaria.*

Le mâle a les antennes fortement pectinées, les ailes d'un brun plus ou moins foncé, avec trois grandes taches, tantôt blanches, tantôt jaune brunâtre. La femelle plus grande, à antennes filiformes, est uniformément d'un brun jaunâtre. La chenille, d'un vert clair avec des raies blanches et une raie jaune rougeâtre au-dessus des pattes, appartient au type des *arpenteuses,* c'est-à-dire qu'outre les six pattes articulées, elle ne possède que deux paires de fausses pattes à la partie postérieure du corps.

Au mois de juin nous avons vu de véritables essaims de ce Papillon voleter en plein jour autour des Pins à Bercenay-le-Hayer.

IV. — LOPHYRUS RUFUS.

Nous ne sommes pas encore au bout de l'énumération des principaux ennemis du Pin. A ceux que nous avons signalés, il nous en faut ajouter un quatrième. C'est la larve d'un petit Hyménoptère du groupe des Tenthrédines, appartenant au genre *Lophyrus* caractérisée par ses antennes pectinées chez le mâle.

Plusieurs espèces de ce genre, cinq ou six au moins, s'attaquent au Pin. Celle que l'on décrit le plus habituellement dans les ouvrages spéciaux est *Lophyrus Pini.* En réalité, l'espèce la plus répandue en France, la seule que nous ayons rencontrée à l'état de larve, est le *Lophyrus rufus* Kl.

Le mâle a le corps extrêmement grêle, presque linéaire, ce qui le distingue de toutes les autres espèces (fig. 9) ; il est d'un noir brillant et a les pattes rousses. La femelle est d'une coloration uniformément rousse et de 8 à 9 millimètres de longueur (fig. 10).

La fausse chenille (fig. 11 et 12) a 8 paires de fausses pattes, ce qui ne permet pas de la confondre avec des larves de Lépidoptères. Elle est d'un vert grisâtre, avec une ligne dorsale plus claire et des bandes latérales plus foncées. La tête est noire et le corps est parsemé de petits tubercules noirs.

Les larves apparaissent dès le commencement d'avril, et, réunies par groupes de 20 ou 30, rongent les aiguilles de Pin. Dans le courant des mois de mai et de juin elles se construisent un petit cocon cylindrosphérique, gris ou brun clair, généralement sous la mousse, au pied des arbres (fig. 13).

L'éclosion des insectes parfaits a lieu en septembre et peut se prolonger jusqu'en octobre.

Il n'y a donc qu'une seule génération par an, tandis que le *Lophyrus Pini* en présente deux.

Moyens de destruction des ennemis du Pin

En Champagne on plante le *Pinus silvestris* et le *Pinis Laricio* (forme type ou sa variété Pin noir d'Autriche) purs ou en mélange.

Or, il est un fait important que nous avons constaté sur tous les points que nous avons visités. Le *Retinia* attaque surtout les Pins silvestres. Au contraire, les Laricio, quand ils composent seuls un massif, sont presque complètement indemnes ; c'est à peine si, çà et là, nous avons aperçu un ou deux groupes de bourgeons détruits par le *Retinia*.

S'il y a un mélange de Pins silvestres et de Pins Laricio, les premiers sont tous attaqués, les seconds le sont fort peu, quoique un peu plus cependant que lorsqu'ils sont isolés.

Nous avons constaté le fait d'une façon frappante dans un petit massif formé alternativement d'une ligne de silvestres et d'une ligne de Laricio. Les premiers avaient une quantité énorme de bourgeons desséchés, abandonnés par la Tordeuse. Les seconds tranchaient nettement, par leur aspect plus vigoureux, leur flèche

élancée, généralement intacte, leur ramification en couronne régulière.

Les *Pinus Laricio* paraissent donc ne recevoir la visite de la Tordeuse que s'ils se trouvent dans le voisinage immédiat de *Pinus silvestris*.

Disons en outre que les chenilles de Bombyx sont également moins nombreuses sur les Laricio que sur les Pins silvestres.

Ainsi, dans de petits massifs de Pins noirs purs, séparés par une centaine de mètres à peine de peuplements absolument détruits, nous n'avons rencontré que de rares chenilles. Plus loin, au milieu de massifs également détruits, on voyait s'élever çà et là une tige plus élancée, encore pourvue de feuilles. Ces diverses tiges étaient des *Pinus Laricio* (forme type).

Ces observations fournissent une indication précieuse. Partout où les Pins silvestres ont déjà subi une atteinte, même incomplète, du Bombyx ou de la Tordeuse, il n'y a pas à hésiter, il faut les faire disparaître. Les conserver serait fournir aux ennemis la table et le couvert. On exploitera également les *Laricio* atteints.

Puis, si l'on veut créer de nouvelles pineraies dans les terres crayeuses de la Champagne, ou remplacer les peuplements détruits, il faudra employer exclusivement le Pin Laricio. Beaucoup de propriétaires ont déjà pris ce parti et sur certains points il est devenu impossible de se procurer le Pin silvestre dans les pépinières. En effet, la végétation du Laricio, surtout celle du Pin noir, est infiniment meilleure, sa croissance est plus rapide, sa tige plus élancée, ceci dû, comme nous l'avons dit, surtout à ce que cette espèce n'est que rarement attaquée par la *Tortrix buoliana*. Le bois du Laricio est d'ailleurs propre aux mêmes usages que celui de silvestre, et peut en outre, grâce à ses dimensions supérieures, donner même de la charpente.

Quant aux procédés que l'on pourrait employer contre le Bombyx, on n'a pas manqué d'en proposer plusieurs.

On a proposé d'entourer le tronc des Pins d'un anneau de goudron ou d'une substance analogue visqueuse. Après l'hiver les chenilles ne pourraient remonter aux arbres sans arriver périr sur l'anneau visqueux ; un arbre sur lequel aucune chenille n'existerait au moment de la pose du goudron serait préservé, et les chenilles

plus âgées ne pourraient, une fois descendues d'un arbre, remonter sur un autre.

Ce procédé a été employé avec succès en Normandie contre la chenille du *Chematobia brumata*. Mais les conditions ici sont bien différentes.

En Normandie les Pommiers sont toujours placés à une assez grande distance les uns des autres, de sorte qu'à l'hectare il y en a un nombre relativement faible. Chaque Pommier donne un produit annuel de grande valeur ; on peut donc, sans faire des frais de main d'œuvre hors de proportion avec les résultats à atteindre, poser des anneaux de goudron.

Il n'en est pas de même en Champagne. Les Pins sont très rapprochés les uns des autres. Leurs branches s'entrelacent de sorte que rien n'est plus facile aux chenilles que de passer d'un arbre sur l'autre. Le grand nombre d'arbres à l'hectare rendrait le travail extrêmement long et dispendieux et le produit de l'exploitation des Pins ne couvrirait sans doute pas les frais. D'ailleurs dans bien des cas la pose de ces appareils est impossible. Nés sur un sol peu fertile, entravés dans leur croissance par les ravages continuels du *Retinia buoliana*, les arbres viennent mal, sont peu élevés, toujours branchus jusqu'à leur base, de sorte qu'il n'y a pas de place sur le tronc pour poser l'anneau de goudron, comme cela existe sur les Pommiers dont le tronc s'élève sous branches jusqu'à 1 ou 2 mètres de hauteur. Il faudrait procéder à un ébranchage préalable, d'où une augmentation appréciable de frais.

Nous sommes donc obligés de renoncer à ce moyen assurément ingénieux de combattre le Bombyx, sauf, peut-être dans quelques cas particuliers, par exemple s'il s'agissait de massifs de *Pinus Laricio* peu endommagés, à fût constitué et généralement ébranché sur une hauteur de 0m80 à 1 mètre. En même temps la valeur plus grande du bois de ces massifs permettrait d'appliquer un traitement plus coûteux.

L'invasion peut passer d'un massif à un autre par les papillons qui peuvent voler et aller déposer leurs œufs plus ou moins loin. Mais en outre les chenilles sont capables de franchir sur le sol de grands intervalles. On ne peut s'expliquer autrement la présence subite de chenilles presque adultes dans des boqueteaux complète-

ment isolés. D'ailleurs des personnes dignes de foi nous ont affirmé avoir rencontré des chenilles à de grandes distances d'un bois.

C'est sur ce fait qu'est basé un autre moyen de défense, très préconisé en Allemagne, et qui consiste à ouvrir des fossés autour des portions attaquées d'un massif, afin d'empêcher les chenilles de gagner le reste de ces massifs : en même temps la partie infectée est parcourue par des fossés qui servent à recueillir les chenilles.

En Champagne les massifs sont rarement étendus, aussi sont-ils presque toujours envahis totalement en très peu de temps. D'ailleurs, dans la plupart des massifs, les branches, comme nous l'avons dit, s'entrelacent d'une façon telle que ce système de défense n'aurait aucune efficacité.

Par contre, et ici le morcellement extrême des pineraies nous viendra en aide, lorsqu'il s'agira de boqueteaux commençant seulement à être attaqués, on pourra, en l'isolant par des fossés, le préserver des chenilles qui viendraient du dehors. Il sera facile alors de lutter contre le petit nombre qui se trouvera dans le massif. Evidemment ce moyen n'empêchera pas la venue des papillons et son efficacité dépendra de ce qu'on aura fait ailleurs pour la destruction de l'insecte.

Il n'est pas d'animal qui n'ait son ou ses parasites. On connaît un grand nombre d'insectes qui pondent leurs œufs dans le corps des chenilles de Bombyx ; il en est qui éclosent quand l'animal est à l'état de chrysalide et ont besoin de percer son cocon pour venir à l'air : tel est le *Pimpla instigator* qui s'attaque à un grand nombre de Lépidoptères et notamment au *Lasiocampa Pini*.

D'autres ne laissent pas à la chenille le temps de se chrysalider, tels sont par exemple les *Microgaster nemorum* et *reconditus*, petits Hyménoptères de la famille des *Braconides* qui recouvrent la peau de la chenille de leurs innombrables petits cocons soyeux. Nous n'avons pas rencontré en Champagne ces espèces, signalées parmi les plus nuisibles du Bombyx du Pin.

D'après des renseignements fournis à M. de Taillasson (1) beaucoup de chrysalides auraient été tuées par les Ichneumonides en 1893. Dans les régions que nous avons visitées en 1894, nous

(1) Voir : *Les plantes résineuses de la Champagne crayeuse et l'invasion de la Chenille du* Lasiocampa Pini, par M de Taillasson (1893).

n'avons trouvé qu'un très petit nombre de cocons portant le trou de sortie des parasites, Ichneumonides ou Tachinides. Les chenilles n'ont cependant pas manqué cette année !

Il n'y a là d'ailleurs qu'un fait que nous ne savons pas encore produire à volonté en élevant les parasites de nos adversaires. Quand les ennemis du Bombyx seront nombreux, ils nous seront de précieux auxiliaires, mais nous ne pouvons compter sur leur concours certain.

Ce qu'il y a de mieux à faire, pensons-nous, c'est d'abord d'exploiter sans hésiter tous les Pins attaqués sérieusement. Puis toutes les menues branches, les brindilles seront laissées à terre et, avec les aiguilles et les mousses sous lesquelles se cachent les chenilles, fourniront un aliment à une sorte d'écobuage à feu courant qui détruira déjà un grand nombre de chenilles.

On complètera cette action destructive en arrosant légèrement au pétrole la terre dans le voisinage des arbres, de façon à faire périr les chenilles qui auraient échappé au feu.

Ces opérations devront être faites en hiver ou dès le début du printemps, avant que les chenilles ne soient remontées sur les Pins.

Ce serait, à tout point de vue, une excellente mesure de mettre sur le sol un grand nombre de vieux chiffons imprégnés d'huiles lourdes. Les vieux chiffons provenant du service de la lampisterie dans les gares, du nettoyage des roues de wagons, de locomotives seraient extrêmement précieux. Une foule de chenilles périssent dans le voisinage de ces chiffons et les chiffons eux-mêmes se décomposant lentement constituent un excellent engrais.

Ces divers procédés donneraient déjà des résultats certainement très appréciables et le nombre des parasites diminuerait beaucoup.

L'échenillage deviendrait alors sans doute pratique tandis qu'il ne l'est pas si le nombre des chenilles est trop grand. Cet échenillage devrait être pratiqué de façon à atteindre les envahisseurs avant qu'ils aient fait trop de mal.

En outre, les Papillons ne pouvant guère être poursuivis, il faudrait au mois de juillet faire ramasser le plus de cocons possible.

Les propriétaires de plantation de Pins, et même les départements, auraient grand intérêt à donner des primes pour la destruction des chenilles et des cocons.

Répétons ce que nous avons dit plus haut que, vu la préférence marquée du Bombyx et surtout du Tortrix pour le *Pinus silvestris*, qu'il est préférable de planter le *Pinus Laricio*.

Enfin, il n'y aurait que des avantages à planter parmi les résineux quelques feuillus dont les feuilles chaque année amélioreraient progressivement le sol. Malheureusement les feuillus se jettent difficilement d'eux-mêmes dans les pineraies de Champagne; à peine voit-on çà et là quelques Bouleaux, quelques Saules Marsault et surtout des Mérisiers.

Il y aurait avantage à favoriser leur introduction et à y ajouter l'Aune à feuilles en cœur qui s'accommode relativement bien des sols crayeux.

En résumé la pose d'anneaux goudronnés sur les troncs de Pins est souvent impossible et en tous cas serait très dispendieuse à cause du grand nombre de Pins ; ce moyen ne serait d'ailleurs que d'une efficacité douteuse, les arbres étant bien rapprochés et entrelaçant leurs branches, ce qui permet aux chenilles de passer de l'un à l'autre sans toucher terre.

L'isolement de zones attaquées par des fossés pour y cantonner les chenilles n'est guère pratique quand les chenilles sont nombreuses. Ce qu'il faudrait plutôt entourer de fossés, ce seraient des boqueteaux complètement isolés, encore presque indemnes et situés dans le voisinage de massifs envahis.

Le secours des parasites du Bombyx, Ichneumonides ou autres est très précieux, mais cette année ne paraît pas avoir été sérieux, et en tout cas, ne peut pas actuellement être produit à volonté.

Ce qui donnerait les meilleurs résultats, ce serait, en exploitant les Pins attaqués, de brûler toutes les brindilles, les touffes de mousse qui servent de refuges aux chenilles, ceci pendant la période que les chenilles passent à terre, c'est-à-dire depuis le milieu de l'automne jusqu'au commencement du printemps. Quant aux très jeunes peuplements déjà envahis, le plus pratique serait de les incendier purement et simplement.

Un léger arrosage au pétrole au pied des Pins aurait sur les chenilles un effet destructeur certain.

On devrait mettre dans les plantations de Pins, sur le sol, un grand nombre de chiffons imprégnés d'huiles lourdes; les odeurs

dégagées sont très nuisibles à toutes sortes de larves et les chiffons agissent en outre comme engrais.

Une fois ces mesures prises on procèderait au printemps à un échenillage rendu facile par la grande diminution du nombre de chenilles.

En juillet on ferait ramasser les cocons.

Des primes offertes par les départements ou les propriétaires de pineraies pourraient exciter à la destruction des chenilles et des cocons.

Le *Pinus silvestris* doit être partout en Champagne remplacé par le *Pinus Laricio.*

Ce serait chose utile de mêler aux résineux quelques feuillus, en particulier le Saule Marsault, le Bouleau, l'Aune glutineux et mieux l'Aune à feuilles en cœur.

Nous nous faisons un plaisir, en terminant cette note, de remercier les personnes qui nous ont facilité nos recherches. Citons en particulier M. le Baron de Plancy, qui nous a prêté son concours avec le plus aimable empressement.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 17.

Figures 1 à 7 : *Lasiocampa Pini.* — Fig. 1, femelle vue de dessus. Fig. 2, sa tête grossie. Fig. 3, mâle vue de profil. Fig. 4, sa tête grossie. Fig. 5, Chenille adulte vue de profil. Fig. 6, jeune Chenille vue de dessus, Fig. 7, branche de Pin portant des cocons.

Figure 8 : *Retinia buoliana*, Papillon.

Figures 9 à 13 : *Lophyrus rufus.* — Fig. 9, individu mâle. Fig. 10, individu femelle. Fig. 11, Chenille vue de profil. Fig. 12, Chenille vue de dessus. Fig. 13, cocon.

Les figures 1, 3, 5, et 6 sont réduites de ⅓, les figures 2 et 4, un peu grossies, la figure 7 réduite de ¼, les figures 8 à 13 grandeur naturelle.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LA

Géographie botanique du Département de la Côte-d'Or

par M. L. BAZOT.

On aime toujours à suivre sur une circonscription de quelque étendue la distribution des végétaux. Il n'est pas besoin d'une attention bien soutenue pour reconnaître que, dans cette question comme dans bien d'autres qui naissent à chaque pas dans l'étude de la nature, le hasard a une part bien minime que l'observation réduit encore chaque jour. La Géographie, la Topographie botanique sont ainsi un complément instructif et agréable de l'étude des plantes. D'illustres botanistes ont dessiné sur le globe des régions naturelles déterminées surtout par la répartition des terres, des eaux, de la température, de l'humidité. En dehors de ces vastes travaux il y a place pour des études plus modestes. Il est peu de départements en France qui ne fournissent matière à des observations sinon bien neuves, du moins toujours intéressantes.

Au point de vue qui nous occupe, celui de la Côte-d'Or est assez bien partagé. Compris entre le 47^{e} et le 48^{e} degré, il est à la latitude moyenne de la France. Un degré de variation dans cet élément ne peut avoir sur la flore qu'une bien faible influence qui, en bien des cas, échappe à notre appréciation. Mais le climat est loin d'y être uniforme. Trois circonscriptions climatériques viennent s'y réunir, ainsi que trois bassins : Séquanien, Ligérien, Rhodanien.

Des deux premiers il y a peu à dire, sinon qu'il ne faut évidemment pas s'attendre à trouver sur le massif élevé où ils règnent le climat moyen du centre des bassins. En l'absence de données précises et en se bornant aux faits évidents que chacun peut constater, on peut distinguer dans le département trois climats : celui du Morvan,

le plus humide et le plus froid. Beaucoup de brouillards, pluies fréquentes ; sur les pentes occidentales il tombe annuellement plus d'un mètre d'eau ; neiges abondantes persistant longtemps ; le raisin mûrit difficilement à Saulieu. — Celui des montagnes et des plateaux calcaires. Froids intenses, pluies et neiges encore abondantes, moins cependant qu'au Morvan ; très peu de vignes, de qualité médiocre. On reconnaît sur ces deux climats l'influence des vents d'Ouest et de Sud-Ouest qui règnent souvent. De l'Ouest à l'Est les nuages se déchargent de leurs pluies, le ciel devient progressivement plus clair. Il est un dicton assez significatif dans la Côte-d'Or : du Morvan il ne vient ni bon vent ni bonnes gens. Laissons ce dernier point ; le proverbe est exact du reste, si l'on remplace bon vent par beau temps.

Le climat certainement le mieux caractérisé, sur lequel on a des observations positives, est celui de la plaine de la Saône au Sud-Est du département. C'est la partie Nord du climat Rhodanien, influencé ici incontestablement par la latitude, mais qui n'est pas troublé et modifié, comme les deux précédents, par le relief du sol et d'autres accidents topographiques. Par quelque direction qu'on y arrive, du Nord ou de l'Ouest, la transition se reconnaît immédiatement à l'adoucissement de la température, à la richesse et à la précocité de la végétation. Je résume ici quatre années d'observations continues faites à Dijon par M. Alexis Perrey (1855-1858) : (1)

Température moyenne	10°45
Moyenne des températures maxima .	31°1
» » » minima .	10°
Nombre de jours pluvieux de l'année .	127
Quantité de pluie et neige.	733^{mm}2

L'orographie intervient puissamment pour accentuer ces climats, plus que ne sembleraient l'indiquer les différences assez peu considérables entre les altitudes maxima et minima. Le Morvan forme un massif profondément découpé, relativement à son relief, d'une altitude moyenne comprise entre 500 et 600 mètres. Au Nord, son niveau se raccorde presque avec celui des plateaux calcaires. Il présente surtout à l'Est et à l'Ouest des accidents qui n'appa-

(1) Mémoires de l'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon (1866-1867).

raissent comme des montagnes que vus des plaines inférieures. Ses sommets les plus élevés (de 800 à 900 mètres) sont au Sud-Est, entre Autun et Château-Chinon. L'un d'eux, le Mont Beuvroy, portait la forteresse gauloise de Bibract. Sur notre département les éminences granitiques ne dépassent pas 723 mètres. L'altitude maxima des montagnes calcaires est 636 mètres, la pointe culminante du Plateau de Langres atteint 516 mètres dans la Haute-Marne, non loin de nos limites. L'altitude de la Saône à sa sortie de la Côte-d'Or, du point le plus bas par conséquent, est de 175 mètres.

La largeur, le volume du Plateau de Langres, sa situation surtout (c'est un barrage non abrupt, il est vrai, faisant face directement au Sud) : ces particularités expliquent son importance. Au Plateau central et aux Pyrénées s'alimentent les bassins de la Loire et de la Garonne. Le massif calcaire, qui fait suite au massif granitique et le rattache aux Vosges, est le point de départ vers le Nord-Ouest et le Nord, des bassins de la Seine, de la Meuse et de la Moselle; vers le Sud, du bassin méditerranéen de la Saône prolongée par le Rhône : voilà pour sa fonction hydrologique. — De Langres à Dijon (80 kilomètres), on descend verticalement de plus de 200 mètres; il faut parcourir 400 kilomètres, de Dijon à la Méditerranée, pour s'abaisser d'autant. De cette simple constatation ressort le rôle, quant au climat, de ce massif qui semble insignifiant par sa hauteur et son faible développement longitudinal de l'Ouest à l'Est; c'est la ligne de démarcation entre les deux climats les plus contrastants en France. Au Nord, les rivières au cours paisible, alimentées d'une manière à peu près continue, les champs de blé, les prairies, les plateaux et les montagnes boisés. A mesure que l'on descend vers le Sud, les cours d'eau deviennent des torrents irréguliers, les vastes prairies sont plus rares, les hauteurs calcinées se couvrent à peine de buissons et de broussailles grisâtres; dans de rares forêts les arbres feuilles s'effacent peu à peu devant les conifères, et ne reparaissent en nombre qu'à des altitudes de 800 à 1200 mètres, dans des contrées privilégiées où la conservation des forêts est l'objet de soins constants. Ces forêts du Midi, entr'autres celles de Quillan et des contre-forts des Pyrénées, font une impression inoubliable sur le voyageur du Nord qui y retrouve l'ombre, sa

fraîcheur, les grands arbres de son pays recouvrant la végétation qui lui est familière, le tout encadré dans sa riche flore méridionale. — Les vallées du Midi, sur lesquelles le soleil verse à profusion la chaleur et la lumière non tempérées par les brouillards, ont une végétation opulente et variée que ne connaît pas le Nord. Abritée à l'Est par le Jura et les Alpes, à l'Ouest par la longue chaîne des Cévennes, la grande plaine qui s'étend des sources de la Saône à la Méditerranée en est un des plus beaux spécimens : champs de Maïs ; prés et fourrages artificiels fournissant jusqu'à trois coupes ; arbres fruitiers de toutes sortes, Mûriers, Figuiers ; coteaux couverts de Vignes et d'Amandiers, et enfin la région de l'Olivier.

La ligne de partage des eaux entre la Méditerranée et l'Océan (ne l'a-t-on pas appelée l'épine dorsale de l'Europe ?) entre dans le département à l'Ouest de Nolay, passe près de Pouilly-en-Auxois, Sombernon, St-Seine-l'Abbaye, et en sort au nord de Grancey-le-Château. Elle laisse à l'Est la chaîne proprement dite de la Côte-d'Or tombant à l'Ouest de Dijon, par un versant assez abrupt, sur la vallée de l'Ouche qui est son fossé occidental, bordée à l'Est par la vallée de la Saône. Le massif central calcaire se soude largement au Nord de Dijon, ou plutôt ne fait qu'un avec celui de la Haute-Marne, dont le point culminant, le Haut-du-Sec, est entre Grancey et Langres. Une ligne secondaire, à cheval sur le Morvan de Saône-et-Loire et de la Côte-d'Or, va de l'Ouest du Saulieu au Sud de Pouilly, où elle s'attache à la première. Les deux encadrent, au Sud-Ouest, le bassin de l'Arroux, qui conduit ses eaux à la Loire.

On voit que ce n'est pas aux différences des altitudes que notre flore semble devoir emprunter la variété que nous pourrons y constater.

C'est la diversité des terrains qui sera la cause principale des petites régions naturelles des stations appropriées aux modes d'existences si variés des végétaux. Ce sont surtout les exigences de ceux-ci qui peuvent expliquer l'abondance et la rareté de plusieurs plantes sur de vastes contrées, les disjonctions si frappantes que présentent certaines espèces. En Europe, dans les contrées dont la flore est bien connue, quelques stations disséminées permettent de hasarder quelques conjectures sur la route suivie ; bien souvent aussi on manque de cette indication, une espèce habite les deux hémis-

phères. Non seulement la question se complique au point de vue de la géographie actuelle. De plus, l'origine et la distribution de plusieurs espèces remontent aux temps géologiques antérieurs, tout au moins aux périodes quaternaire, glaciaire et tertiaire. On a des données sur la flore occidentale à ces époques. Plusieurs de nos plantes existaient déjà aux lieux où nous les voyons encore. D'autres se sont retirées sur les montagnes ou vers le Midi : preuve de modification en sens opposés dans la température et le climat.

I. — Morvan.

Le Plateau primitif central de la France s'avance dans le Nord sur les départements de Saône-et-Loire, Allier, Nièvre, Côte-d'Or, Yonne ; cette saillie à laquelle la Seine doit une grande partie de ses eaux est le Morvan (Montagnes Noires). Le contraste entre dans le sol granitique et le sol calcaire des pays qui le bordent de toutes parts, sauf au Sud, entraîne des différences tranchées dans la végétation et fait du Morvan, comme de tout le Plateau granitique, une région naturelle non moins intéressante pour les géologues et les voyageurs que pour les botanistes. Il n'est pas assez connu et apprécié et offrirait aux pays voisins, dans les chaleurs émouvantes qui marquent souvent les mois de Juillet et d'Août, de fraîches et pittoresques retraites où les ruisseaux murmurent toujours, où prés et bois sont toujours verts dans la saison chaude, où les routes promptement asséchées font scintiller au moindre soleil leur paillettes de mica.

Le Morvan couvre la moitié des arrondissements de Beaune et de Semur. Sous les étages qui le recouvrent le granite affleure en îlots à Semur, à Epinac, près de Nolay, et même non loin de Dijon, à Mâlain.

Malgré la pauvreté de son sol, la pauvreté, peut-être la monotonie de sa flore que certains trouvent bien compensée par son originalité, le Plateau central s'impose à l'attention des Botanistes. Il s'étend sur plus de 4 degrés de latitude depuis le Morvan jusqu'à cette autre Montagne Noire qui se termine en vue de la Méditerranée et des Pyrénées. Bien peu de plantes du Morvan manquent aux Cévennes méridionales ; leur dissémination est favorisée par l'altitude de la chaîne, mais est due surtout à la similitude et à la

continuité des terrains. On s'explique ainsi en partie la richesse des flores du Midi comparativement à celles du Nord et du Centre. Celles-ci, comme souvent les pauvres aux riches, donnent tout ce qu'elles ont. Un échange inverse se fait aussi du Sud au Nord par les plaines et les vallées chaudes bien orientées. Mais la loi inexorable de la température et du climat empêche le plus grand nombre de remonter bien haut. Pour la plupart des plantes de la France, le froid est plus meurtrier que la chaleur.

J'ai parlé de l'originalité de la flore du Plateau central, disons plutôt des terrains où abonde la silice (schistes ardoisiers, grès de diverses époques). En France, Vosges, Ardennes, Bretagne, jusqu'à la bande mince et étroite des sables verts intercalés, de l'Argonne à la Loire, entre les calcaires jurassiques et crétacés, toutes ces régions naturelles révèlent immédiatement, par leur flore, au botaniste le plus inexpérimenté, le sol sur lequel il marche. C'est là surtout que se voient, parsemés de mélancoliques Bouleaux, les marais au sol tantôt arénacé, tantôt tourbeux et mouvant, aux larges coussins de *Sphagnum* sur lesquels s'étalent et fleurissent *Drosera*, *Wahlenbergia*, *Oxycoccos*, *Anagattis tenella*, — les vastes landes couvertes de Joncs, de Carex, d'Ajoncs (*Ulex*); pendant quelques jours la plaine monotone, verte ou grise, est couverte jusqu'aux limites de l'horizon comme d'un brouillard formé par la multitude des corolles épanouies des bruyères. Sur ces terrains se plaisent les Châtaigniers, les *Sarothammus* (Genêts à balai), les Myrtilles et d'autres *Vaccinium*; les survivants des anciens âges géologiques : Mousses, Prêles, Lycopodes, Fougères, dont la plus belle de celles de France, l'Osmonde royale. Mais la plupart des plantes, humbles et discrètes, se dissimulent : il faut les chercher. Dans les bois, les prés, sur les plateaux élevés comme dans les vallons, jusqu'au milieu des chemins, l'eau abonde et vagabonde à la surface ; on sait combien diffèrent à cet égard les pays de calcaires qui l'absorbent et la rendent au jour par des sources d'autant plus abondantes qu'elles sont plus rares. — En résumé, si le naturaliste veut vivre quelques heures dans le passé, évoquer les paysages disparus ou ceux des contrées septentrionales de nos jours, c'est aux terrains primitifs qu'il demandera d'aviver, de préciser ses impressions.

En général, les plantes des sols siliceux de la France ne craignent pas le froid, aiment la fraîcheur et l'humidité (espèces

hygrophiles) ; celles des sols calcaires, au contraire, préfèrent la chaleur et la sécheresse (xérophiles). Beaucoup des premières montent très avant dans le Nord, dépassent le cercle polaire, on en a découvert jusqu'au 80e degré ; les xérophiles sont plutôt méridionales. L'extension vers le Nord des plantes silicicoles s'explique par deux raisons : 1° elles trouvent dans le Nord dont elles sont peut-être originaires (le fait est certain pour plusieurs) les conditions de température et de climat analogues à celles où nous les voyons dans notre pays ; 2° les terrains primitifs y sont très répandus et forment notamment la plus grande partie de la péninsule scandinave, on les trouve en Finlande, en Écosse, au Spitzberg.

L'observation a révélé un autre fait intéressant qui ne surprend pas beaucoup. Rappelons d'abord que Thurmann (Essai phytostatique sur la Chaîne du Jura) attribue l'influence du sol sur la végétation, bien moins à sa composition chimique qu'à ses propriétés physiques, à son mode et à son degré de désagrégation. Les plantes hygrophyles préfèrent les sols siliceux, non tant à cause de la silice qu'ils contiennent que de l'eau qu'ils absorbent et retiennent. Les plantes xérophiles préfèrent les calcaires qui se laissent pénétrer par l'eau, laquelle ne fait que les traverser. Voici le fait qui, pour les plantes en question, vient à l'appui de la thèse du naturaliste suisse : certaines espèces calcicoles dans le Centre et le Nord, sont silicicoles dans le Midi. On conçoit que ces plantes, réclamant un minimum d'humidité indispensable à leur existence, vivent dans le Midi sur le terrain siliceux qui la leur fournit, tandis que le calcaire ne peut le leur donner, à cause de l'évaporation plus active s'opérant à une certaine profondeur. C'est pour une raison analogue que des plantes des lieux secs dans le Nord recherchent dans le Midi des stations fraîches, que celles des plaines du Nord se retrouvent sur les montagnes dans le Midi de la France, en Espagne, en Algérie. Ce dernier fait se présente pour beaucoup d'espèces et est un lieu commun en Géographie botanique.

II. — Terrains Jurassiques.

La plus grande partie du département est couverte du Nord au Sud par la série à peu près complète des étages Jurassiques. Quelques lambeaux des terrains sédimentaires antérieurs se montrent

çà et là dans l'Ouest, de même qu'à l'Est, notamment dans le canton de Mirebeau, on voit quelques assises de la période crétacée. Largement étalés dans le Nord où ils constituent tout l'arrondissement de Châtillon, les terrains jurassiques ne forment plus dans le Sud qu'une bande assez étroite principalement représentée par la chaîne de la Côte-d'Or. Le chemin de fer de Chagny à Dijon prolongé au Nord jusqu'à Selongey par celui de la Haute-Marne, en marque assez bien le bord oriental.

L'étage inférieur représenté par les grès, les argiles et les calcaires du Lias forment une bordure continue à l'Est des terrains primitifs, de Nolay à Semur et à Montbard : c'est l'Auxois aux riches moissons et aux grasses prairies.

Les étages supérieurs sont fréquemment arides, la fertilité s'y montre, toutefois, à la faveur des couches argileuses alternant à diverses hauteurs avec les assises calcaires, surtout sur les pentes inférieures orientales et méridionales qui portent les vignobles fameux de la Bourgogne, plusieurs rivières, après un court trajet sur les plateaux supérieurs, se perdent dans les fissures des roches, poursuivent leur cours dans des cavernes et reparaissent au jour par des sources limpides parfois considérables. Cette particularité des étages jurassiques supérieurs se retrouve dans la Haute-Marne, au Jura et dans les causses du Midi. Dans le Sud et le Centre du département se voient de belles combes, vallons latéraux encaissés dans les contreforts des chaînes principales, et dont plusieurs se terminent à leur partie supérieure par des hémicycles de rochers abruptes atteignant de 148 à 200 mètres de hauteur.

Les forêts sont encore abondantes. Il y en a de très belles sur les plateaux du Châtillonnais, même sur ceux du Centre et sur leurs versants. Les arbres sont ceux des forêts de l'intérieur de la France ; le Chêne pédonculé habite surtout les sols frais et profonds des plaines et des vallées, le Chêne à fleurs sessiles, bien plus fréquent, préfère les plateaux secs et leurs pentes. Mais, fait significatif, les beaux Hêtres au feuillage lustré, qui ne sont pas rares au Morvan et qui sont encore si communs dans les bois secs et montagneux de la Haute-Marne, se voient moins ici dans les mêmes conditions. A d'autres indices encore on reconnaît que les influences méridionales commencent à se faire sentir aussitôt que l'on a dépassé le Plateau de Langres. Les arbres luttent moins bien contre

les rochers, la sécheresse, la chaleur ; ils sont plus espacés, les clairières sont plus vastes, le sous-bois est moins garni et impénétrable. Dans le Nord il semble que les bois poussent d'eux-mêmes ; ici ils doivent se défendre, et le meilleur moyen de défense est encore leur masse et leur densité. Les forêts, abandonnant les lieux élevés où elles sont le plus nécessaires, commencent à s'étendre dans les plaines, compensant par la profondeur et la fraîcheur des fonds les pluies et les brouillards qu'elles ne trouvent plus sur les sommets dénudés. Les cours d'eau sont bien peu et très irrégulièrement alimentés dans notre chaîne méridionale ; villes et villages doivent capter soigneusement l'eau de rares sources. Ici, comme dans bien d'autres endroits, la pénurie d'eau, les dévastations causées par le ruissellement accusent le manque de forêts sur les points dominants. Depuis un demi-siècle le cri d'alarme est général dans le Midi, chez nous, chez nos voisins ; la nécessité de boiser les hauteurs s'impose.

La flore des terrains calcaires est plus riche en espèces, a un caractère plus méridional que celle du Plateau granitique; les fleurs généralement plus grandes ont plus d'éclat. Elle se compose d'un fond commun que l'on trouve du Jura aux Ardennes, dans la France et l'Europe centrales. On y remarque l'Épine-Vinette, des Hélianthèmes qui frappent plus par le nombre des individus que par leurs variétés, des Liliacées, de nombreuses Orchidées, en compagnie des familles riches en espèces : Crucifères, Papilionacées, Ombellifères, Composées, Labiées, Graminées. Le Buis abonde sur les coteaux secs et chauds et devient rare à mesure que l'on avance vers le Nord.

Comme les calcaires ont une grande extension sans de grandes solutions de continuité, une altitude générale assez prononcée qui donne à une partie de la Flore un caractère montagnard, qu'on y rencontre à de grandes distances des stations analogues, — à ce fonds commun s'adjoignent en certaines localités des plantes plus rares dont le centre le plus voisin de nous semble être le Jura, pour beaucoup du moins : telles sont, entre plusieurs autres, le Lis Martagon, quelques Daphnés, le Sabot de Vénus qui était probablement moins rare jadis. Le Châtillonnais, le Plateau de Langres, sont particulièrement riches sous ce rapport. Il est à remarquer que ces plantes montagnardes qui occupent généralement au Jura

des stations élevées (la région montagneuse de Thurmann s'étend de 700 à 1300 mètres) se trouvent dans la Côte-d'Or et la Haute-Marne à des niveaux notablement inférieurs. Il est vrai qu'en avançant vers le Nord les plantes montagnardes gagnent les régions plus basses; cependant, ici le faible écart en latitude n'explique pas suffisamment le fait. A latitude et altitude égales, la partie du Jura qui nous avoisine, exposée à l'Ouest, est-elle, comme le dit Thurmann d'une manière générale, un peu plus chaude que la Côte-d'Or? Les cultures, les stations et les forêts, analogues aux nôtres, s'y élèvent-elles davantage? Ainsi pourrait s'expliquer cette différence de niveau pour une partie de la Flore des deux pays. Ajoutons qu'à la faveur d'un sol accidenté, les plantes des montagnes quittent souvent les hauteurs quand elles trouvent plus bas des rochers, des anfractuosités, des expositions convenables (1).

La chaîne méridionale de la Côte-d'Or reçoit aussi la plupart des espèces du Jura; elle recueille de plus un certain nombre d'espèces du Midi qui ne dépassent pas le plateau de Langres et qui, si elles pénètrent plus avant dans le Nord, y arrivent par une autre voie.

En résumé, un des caractères de notre flore jurassique est de s'ouvrir facilement à des plantes d'origines diverses, parfois lointaines, tandis que les plantes du Plateau granitique forment un bloc plus homogène presque partout le même; quelques espèces, réclamant des stations spéciales, par exemple, des marais, des tourbières, font quelquefois défaut.

III. — Bassin de la Saône

La vallée de la Saône forme la partie orientale du département. Le naturaliste peut placer ici le commencement de la Bresse, qui

(1) La question que j'ai soulevée me semble intéressante sous bien des rapports. Pour la résoudre ou approcher de la solution, il faudrait au moins deux choses qui me font défaut : 1° avoir des données certaines sur la météorologie du Jura vers 100 à 200 mètres d'altitude et sur celle des montagnes de la Côte-d'Or et du Plateau de Langres; 2° bien connaître les deux pays en cause, particulièrement les stations, dans l'une et l'autre, des plantes dont il s'agit.

Thurmann n'a pas effleuré ce sujet qui sortait, il est vrai, de son champ d'études, Il donne les indications suivantes qui s'y rapportent ; on peut se demander, après lui, si elles méritent toute confiance.

	Altitude.	Température moyenne.	Temp. ramenée au niveau de la mer.
Dijon	270m	11,5	12,85
Besançon	250	10,7	11,95
Salins	350	10,16	11,41
Mâcon	184	11,31	12,23
Bourg.	220	11,1	12,2

s'étend au Sud jusqu'à Trévoux, à l'Est jusqu'au pied des premières collines du Jura. Au point de vue géologique, la Bresse occupe l'emplacement d'un lac de la dernière partie de l'époque tertiaire. Les dépôts qui s'y sont formés sont mélangés avec les alluvions de la Saône et de ses affluents ou en sont couverts. Le sol est généralement uni, cependant quelques ondulations, même de petites chaînes et terrasses assez prononcées rompent souvent l'uniformité de la plaine; comme celle-ci ces éminences sont pour la plupart, sinon toutes, d'origine lacustre.

La fertilité de cette contrée, centre principal en France de la culture du Maïs, est due à sa situation, à sa légère inclinaison du Nord vers le Sud, sans nul doute aussi à la ténuité des éléments du sol, à la variété et au mélange intime de ses parties. Si nous nous bornons à notre circonscription, nous constatons que le bord qui longe la chaîne de la Côte-d'Or a un sol principalement argileux-calcaire. A mesure que l'on se rapproche de la Saône, il devient progressivement plus riche en silice, ce qu'explique suffisamment, en dehors des dépôts lacustres anciens, la prédominance des alluvions amenées des terrains vosgiens par la rivière. A Boncourt, non loin de Nuits, se voient déjà *Potentilla supina*, *Calluna*, *Sarothamnus*, *Pteris aquilina* et d'autres plantes silicicoles. Le pays a été, pendant des siècles et assez près de nous, couvert de marais et d'étangs, si on en juge par l'humus noir et tourbeux qui se rencontre presque partout sur les rives de la Norge, de la Tille et de l'Ouche ; on voit encore çà et là le plus souvent quelques étangs que l'on met alternativement en eau et en culture ; ils sont plus nombreux sur la rive gauche de la Saône, de Dôle à Châlon.

Cette plaine, ce sol, parsemés de marais, d'étangs, de forêts, sont éminemment favorables à la variété de la flore et à la dispersion des espèces, sans compter que bon nombre de plantes sont à peu près spéciales à ces terrains frais, détritiques, mélangés de silice, par exemple : *Gypsophila muralis*, *Spergularia segetalis* et *rubra*, *Hypericum humifusum*, *Anthemis nobilis*, *Scirpus supinus*, etc. Plusieurs espèces du Morvan font défaut. La Bresse, limite extrême vers le Nord de la partie française du bassin du Rhône, possède quelques espèces de l'Ouest, de plus nombreuses venant du Midi ; la présence des unes et des autres est intéressante et instructive.

Les questions relatives à l'indigénat ou à l'immigration des plantes dans une contrée sont de celles qui séduisent les botanistes, peut-être même en raison de leur obscurité et de la difficulté d'y apporter une réponse précise et certaine. L'absence de solution les rend, en attendant, toujours actuelles. Il n'y a pas lieu de décourager cette tendance. Des conjectures, des discussions, surtout des renseignements plus nombreux, résulteront peut-être sur ce sujet des probabilités plus grandes, même des certitudes comme on en possède déjà un certain nombre.

En France, plusieurs espèces de l'Ouest ont vers l'Est une extension très restreinte : tout indique qu'elles sont nées entre leur limite orientale et l'Océan. Des plantes des îles ou des montagnes ont, il est vrai, une habitation encore plus réduite ; mais ce sont de rares exceptions qui s'expliquent en bien des cas. Cependant les quelques degrés de longitude qu'occupent plusieurs de ces espèces occidentales sont une base bien étroite : n'y aurait-il pas là un indice que le continent européen a dû avoir jadis vers l'Occident une extension plus considérable ?

Cette hypothèse, que n'ont pas ébranlée les observations ultérieures, a été produite pour la première fois en 1846, appuyée sur de nombreuses et précises observations géologiques, par un savant des Iles Britanniques, Edouard Forbes. Il avait remarqué la présence d'une douzaine de végétaux étroitement cantonnés dans l'Ouest et le Sud-Ouest de l'Irlande, qui se retrouvent dans le Sud-Ouest de l'Europe et aux Açores ; ce sont des plantes bien sauvages, sans applications spéciales, qui n'ont pas dû être transportées par l'homme : des Saxifrages, des Bruyères, des Vacciniées. Il concluait à l'existence, depuis l'apparition, à une époque où la végétation actuelle existait déjà, d'un continent qui reliait ensemble les Açores, l'Espagne, le Portugal et l'Irlande.

Les plantes de la région méditerranéenne française ont, pour se répandre au nord, abstraction faite de l'Italie, trois voies principales. Ce sont, en allant de l'Est à l'Ouest :

1° La vallée du Rhône jusqu'au Valais, malgré les défilés étroits que laissent au fleuve, en deçà et au delà du Léman, les montagnes réunissant le Jura aux Alpes du Dauphiné et celles qui relient les Alpes Bernoises au massif du Mont-Blanc, malgré les climats et les stations contraires, on trouve un certain nombre de ces plantes

échelonnées le long de cette route ; beaucoup subissent de longues éclipses; même la plaine accidentée qui s'étend du Lac de Genève au pied du Jura en a relativement peu. « Elles ne sont pas toutes venues par le thalweg de la vallée ; beaucoup ont longé le pied des montagnes ou même franchi les cimes. » (Christ : La Flore de la Suisse). Le phénomène le plus curieux est la présence, aux environs de Sion, à quelques lieues des glaciers, d'une nombreuse colonie de plantes méridionales. Le fait ne manque pas d'intérêt pour nous, ne serait-ce que par les comparaisons qu'il suscite. Nous y voyons figurer la plupart des espèces qui ont remonté jusqu'à la Côte-d'Or ; d'autres sont différentes dans les deux pays. Rappelons que la latitude de Sion est d'environ un degré plus méridionale que celle de Dijon, que les stations exposées au Midi et bien abritées contre les vents du Nord, sont très chaudes : aussi le Valais possède de 10 à 15 espèces qui nous manquent ; l'Amandier, le Grenadier, le Figuier, sortis, il est vrai, des jardins, y vivent à l'état sauvage. Ce qui achève de donner à cette végétation un caractère méridional quasi Africain, c'est le *Cactus Opuntia* qui vit là sur les rochers, comme aussi au Tyrol et au pied du versant Italien des Alpes. Selon De Candolle il n'est autre que le Cactus introduit, il y a trois siècles, d'Amérique, où le genre est exclusivement représenté, en Europe où il est parfaitement naturalisé au pourtour du bassin méditerranéen. Son indigénat en Europe semble bien douteux ; cependant, pour quelques botanistes, la question reste toujours sans solution bien certaine.

2° La vallée du Rhône prolongée au Nord par la Saône et la Bresse. C'est la voie qui nous amène les plantes de plaine, et aussi celles des côteaux secs auxquelles ne manquent pas les stations propices, sur les collines occidentales du Jura, comme sur celles du Beaujolais, du Charolais et de la Côte-d'Or tournées vers l'Orient. Il est intéressant de noter leurs étapes, les points que certains ne franchissent pas et qui se trouvent le plus souvent aux localités où les montagnes se rapprochent du fleuve. Avignon, l'Isère, Vienne, Lyon, les pentes méridionales inférieures du Jura, marquent ces étapes; enfin un certain nombre arrivent au fond de notre golfe où elles s'arrêtent à leur tour devant les froids plateaux qui s'étendent jusqu'au delà de Langres. De plus rustiques vont par Belfort jusque dans l'Alsace ; mais parmi les plantes de

ce beau bassin il y a lieu de distinguer celles qui n'ont pas suivi cette voie ni traversé la Suisse ; certaines y ont pénétré par le bassin de la Seine et la Lorraine ; d'autres même, par une sorte d'anomalie, sont venues du Nord en remontant le cours du Rhin.

3° La large voie du Centre et de l'Ouest, contournant la chaîne méridionale, peu élevée d'ailleurs, des Cévennes. Franchissant le petit col de Naurouze qui sépare de la Montagne-Noire les Corbières, poste avancé des Pyrénées, les plantes méditerranéennes de l'Aude prennent possession des régions occidentales et centrales. Si certaines ne passent pas les hauteurs peu accentuées, séparant les bassins secondaires et même les bassins principaux des fleuves qui ne sont pas, comme le bassin du Rhône, formés et isolés les uns des autres par de hautes barrières, elles descendent les vallées et gagnent les bords de l'Océan. Analogie des terrains, des stations et du climat, l'influence de l'Océan remplaçant celle de la Méditerranée, absence de chaînes transversales élevées, tout concourt, dans les trois bassins de la Garonne, de la Loire et de la Seine, mieux que dans toute autre partie de la France, à fusionner les flores du Midi, de l'Ouest et du Nord. La ligne de séparation la plus marquée est peut-être le large lit de la Loire qui est pour une demi-douzaine d'espèces, la limite septentrionale et orientale qu'elles ne dépassent pas. Il est probable que des différences de stations et de terrains, la Brenne, la Sologne, le Morvan doivent renforcer cette barrière. Plusieurs plantes du Midi et de l'Ouest vont jusqu'aux environs de Paris et en Belgique ; on s'étonne d'en trouver jusque dans les sauvages et froides Ardennes ; c'est certainement par cette voie, grâce au voisinage de la mer, à l'influence du gulf-stream, en abandonnant ce qu'on pourrait appeler la voie continentale, que plusieurs de ces plantes vont jusqu'en Suède.

Il résulte de ces considérations générales qu'en dehors des plantes ubiquistes de divers terrains, que l'on peut s'attendre à y rencontrer, la flore de la Côte-d'Or présente un assez grand nombre d'espèces qui lui sont venues des froides contrées du Nord, du Morvan, de l'Ouest, du Midi, du Jura et des Vosges.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES CHAMPIGNONS

PENDANT LES ANNÉES 1891 A 1893 *(suite)*

Ascomycètes.

Travaux d'ensemble. — Les travaux de M. Brefeld (1) et de ses collaborateurs méritent d'être cités en première ligne parmi ceux traitant des Ascomycètes. Ils ont été exposés en deux volumes formant un ensemble de plus de 370 pages. Depuis la publication du *Carpologia* de Tulasne, c'est certainement l'œuvre la plus étendue et la plus importante ayant paru sur ces Champignons si variables, si insaisissables dans leurs diverses métamorphoses.

La découverte la plus saillante consignée dans le premier mémoire est celle d'un nouveau genre *Ascoidea*, type d'un groupe nouveau intermédiaire entre les Champignons inférieurs et les Ascomycètes. En culture, au début, on n'a que des conidies; plus tard des sporanges apparaissent et il est d'abord impossible de distinguer ces deux productions : les sporanges sont de grosses conidies qui se renflent et qui deviennent bientôt aptes à produire intérieurement des spores. Sporanges et conidies sont des organes homologues, nés au même point, et qui peuvent se remplacer l'un l'autre.

Ni la forme des sporanges, ni le nombre des spores ne sont constants dans le genre *Ascoidea*; ce n'est donc pas un Ascomycète; ce n'est pas non plus un Oomycète puisque le thalle est cloisonné : c'est une forme intermédiaire entre ces deux groupes, que l'auteur désigne sous le nom de Hémiascée. Aux Hémiascées voisines des Ascomycètes correspondent les Hémibasidées voisines des Basidiomycètes.

L'ensemble de ces deux groupes forme les Mésomycètes.

Les Hémiascées comprennent : Ascoïdées (*Ascoidea*), Protomycétées (*Protomyces*) et les Thélébolées (*Thelebolus*). Les Hémibasidées sont composées des Ustilaginées et des Tillétiéés.

(1) Brefeld : *Untersuchungen aus dem Gesammitgebiete der Mycologie*, Helft IX *Die Hemiasceen und die Ascomyceten* (p. 1-156, pl. I à III), (avec la collaboration de MM. von Tavel et Lindau), Helft X, Ascomyceten II (avec la collaboration de M. von Tavel) (p. 156-378, pl. IV à XIII).

Avant d'aborder l'examen des recherches sur les Ascomycètes proprement dits, M. Brefeld examine la question de la sexualité de ces champignons qui a pendant si longtemps préoccupé les chercheurs. Il montre en particulier que les spermaties sont des conidies comme les autres, ne germant qu'un peu plus difficilement ; il a pu démontrer ce fait pour plus de deux cents espèces. Il faut dire que depuis longtemps on avait renoncé à assimiler ces spermaties à des organes mâles.

M. Brefeld a soumis à la culture un nombre extrêmement grand d'Ascomycètes, il est absolument impossible dans une courte analyse de relever tous les renseignements consignés dans ce vaste travail, nous ne signalerons que les faits les plus saillants.

Dans le groupe des Exoacées, on rencontre un genre nouveau *Ascocorticium*,

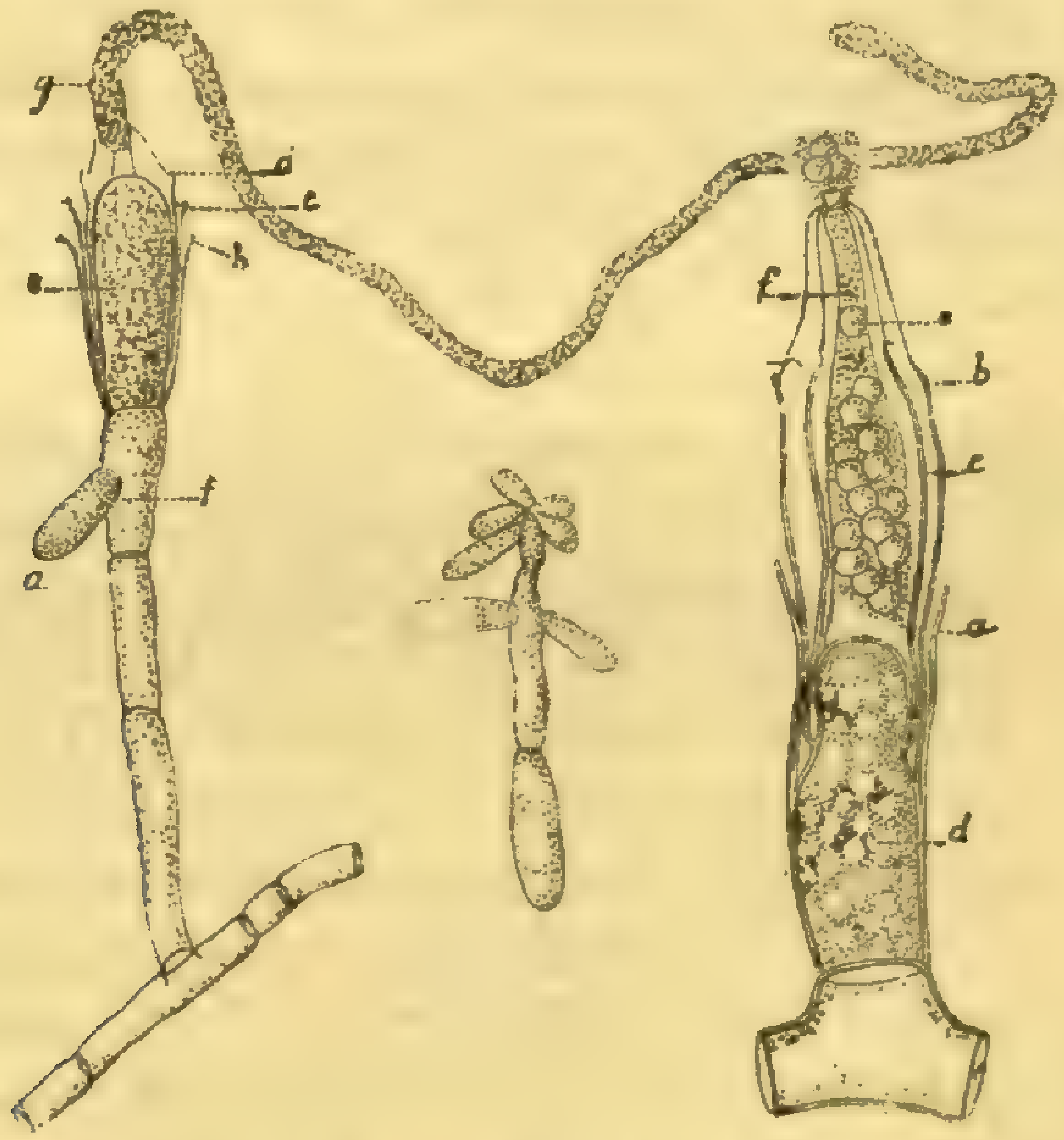


Fig. 53 (au milieu). — Appareil conidial de l'*Ascoidea rubescens*.
Fig. 54 (à gauche). — Appareil conidial portant à gauche une conidie *a* ; à l'extrémité une conidie s'est renflée et s'est transformée en sporange d'où sortent les spores en un long ruban gélatineux *g*. Il se forme successivement plusieurs sporanges à la même place, *b*, *c*, *d*, sont les membranes.
Fig. 55 (à droite). — Sporange représenté à un plus fort grossissement : *e*, spores, *f*, le substratum gélatineux ; *a*, *b*, anciennes membranes de sporanges vidés ; *c*, membrane de sporange actuellement mûr ; *d*, sporange en voie de formation (d'après M. Brefeld).

ayant l'aspect d'un *Corticium*, mais se reproduisant à l'aide d'asques ; cette plante a été observée sur l'écorce des Conifères. L'*Endomyces Magnusii* Ludwig présente en culture une forme oïdiale et une forme à asques à quatre spores.

L'étude des Nectriacées a permis au savant allemand de découvrir un fait intéressant et de rectifier plusieurs erreurs. Assez fréquemment dans quelques espèces (*Nectria inaurata*, *N. Coryli*, *Ophionectria scolecospora*) les ascospores bourgeonnent à la manière des levûres dans l'asque même qui se trouve bientôt rempli d'un nombre considérable de conidies. Ce stade final avait été observé par M. Saccardo, qui avait

cru pouvoir fonder un genre *Aponectria* caractérisé par un grand nombre de petites ascospores ; ce genre n'a aucun fondement.

La multiplicité des formes conidiennes est extraordinaire dans ce dernier groupe ; il peut y avoir de petites et de grosses conidies, quelquefois pluricellulaires (*N. coccinea*), ovoïdes (*N. cinnabarina*), en croissant (*N. episphaeria*, *Gibberella cyanogena*). Les appareils qui les portent sont quelquefois différenciés et se rapprochent tantôt des *Cephalosporium* (*N. oropensoides*), tantôt des *Acrostalagmus*, mais à verticilles peu nets (*N. Daldiniana*).

Relativement au genre *Hypomyces*, on doit signaler une vérification intéressante des résultats annoncés par Tulasne sur l'*Hypomyces chrysospermus* : en semant les ascospores, M. Brefed a obtenu les chlamydospores. L'*Hypomyces violaceus*, qui produit ses périthèces sur le *Fuligo septica*, donne en culture une sorte de *Cephalosporium* et présente par cela même quelques relations avec le *Nectria oropensoides*. Grâce à l'étude de cette espèce et à la connaissance de l'*Hypomyces Solani*, la notion du genre *Hypomyces*, formé surtout de parasites des grands champignons, se trouve singulièrement élargie.

Par contre, l'*Hypomyces asterophorus* Tul. se trouve supprimé. On sait que ce botaniste rattachait à cette espèce les chlamydospores du *Nyctalis* ; cette dernière opinion n'est pas fondée, mais les autres observations de cet auteur sont exactes. L'Ascomycète étudié par Tulasne possède un appareil conidien, en forme de bouteille, par l'orifice de laquelle sort un chapelet de spores oïdiales ; les ascospores sont en nombre variable dans l'asque, 2, 4 ou 6. La simplicité du périthèce, la variabilité dans le nombre des asques indiquent un Pyrenomycète dégradé qui doit être éloigné du genre *Hypomyces*, aussi M. Brefeld a cru devoir créer pour cette espèce un genre nouveau, et il désigne la plante du savant français sous le nom de *Pyxidiophora Nyctalidis*.

J'ajoute, pour terminer avec les Hypocréacées, que le *Polystigma rubrum* possède des pycnides à spores filiformes, et que le *Claviceps purpurea*, dans les cultures en grand sur pain imbibé de matières nutritives, produit une sorte de membrane ondulée, couverte de conidies groupées en tête.

La culture des *Sphériacées* a permis également de découvrir un grand nombre d'appareils conidiens, ou d'établir des affinités nouvelles qui avaient échappé.

Le *Rosellinia aquila* est séparé des autres espèces de ce genre (qui appartient au groupe des Melanommées) pour être placé parmi les *Hypoxylon*.

La définition du groupe des Cucurbitacées se trouve modifiée par l'auteur, qui y place les *Fenestella*. Les pycnides paraissent communes dans ce groupe.

Comme appareils conidiens remarquables, on peut citer celui de

l'*Amphisphaeria applanata* formé de chapelets de grandes spores brunes pluricellulaires à cloisons parallèles ; on peut mentionner également les *Ramularia* qui sont des formes conidiennes de *Sphaerella.*

Un autre fait intéressant est révélé par la culture du *Sphaerulina intermixta :* les ascospores de cette espèce sont susceptibles de bourgeonner et de donner une sorte de levûre ; bientôt le bourgeonnement cesse et l'on obtient des gemmes vertes que l'auteur croit devoir rapporter au *Dematium pullulans.* Une formation semblable pour le *Dothiora Sorbi* parmi les Phacidiacées.

Sur les Discomycètes, on peut signaler encore un certain nombre de points remarquables. Le *Bulgaria inquinans* possède deux sortes de spores qui donnent soit des conidies directement, soit un filament qui se couvre plus tard de conidies secondaires. On peut obtenir l'un ou l'autre de ces deux résultats avec des ascospores en apparence identiques, provenant du même asque. Les *Peziza vesiculosa* et *aerea* produisent des appareils conidiens qui sont, bien que l'auteur ne le dise pas, des *Œdocephalum.* Le *Peziza repanda* et *ampliata* présentent également un appareil fructifère filamenteux très voisin.

Malgré l'immense effort que trahit cette œuvre remarquable, bien des points sont encore à étudier. Cela se conçoit, d'abord parce qu'il s'agit ici d'un des groupes les plus riches en espèces et en genres du règne végétal, ensuite parce que, même pour les espèces dont la culture a été tentée, les résultats ont été souvent nuls ou à peu près : là, on n'a obtenu qu'un mycelium stérile, ici que des pycnides ou des conidies. Évidemment ces échecs ne sont pas définitifs, presque toutes ces espèces doivent être cultivables ; même parmi celles que l'on est arrivé à cultiver, bien peu ont révélé toutes leurs transformations. Cependant l'on ne pourra écrire l'histoire définitive de ces plantes, indiquer leurs affinités vraies que lorsqu'on connaîtra toute leur évolution.

II. *Hémiascées.* — La famille nouvelle des Hémiascées, créée par M. Brefeld, constitue un terme de transition entre les Ascomycètes et les Phycomycètes. Les trois genres que cet auteur place dans ce groupe offrent plus d'affinités avec les Ascomycètes qu'avec les Phycomycètes. Le nouveau genre *Dipodascus* décrit par M. de Lagerheim (1), qu'il range parmi les Hémiascées, paraît, au contraire, plus voisin des Phycomycètes. Sur son thalle cloisonné on voit se dresser des gamètes qui se fusionnent deux à deux. Immédiatement après cette fusion, et seulement quand elle a eu lieu, un mamelon apparaît sur la plus grosse des cellules sexuelles, s'allonge en doigt de gant sans cloison et se remplit de spores. C'est donc un sporange. Le sporange ne se formerait que si la conjugaison a lieu?

Ce champignon présente, en outre, une forme oïdale et des gemmes

(1) De Lagerheim : *Dipodascus albidus, eine neue, geschlechtliche Hemiascee* (Pringsheim's Jahrbuecher fur wiss. Bot. XXIV, p. 549).

qui rappellent vaguement les kystes des Mucorinées. C'est du genre *Eremascus* décrit autrefois par Eidam que la forme nouvelle paraît surtout se rapprocher.

III. *Ascomycètes inférieurs.* — Parmi les Ascomycètes bien définis, les *Saccharomyces* constituent le degré le plus inférieur de l'échelle. Cependant la question de leur autonomie a été remise en question par M. Moeller (1), qui a prétendu établir que ces végétaux n'avaient jamais ni noyau, ni spores. M. Hansen (2) s'est élevé avec force contre cette opinion, il a observé toutes les phases de la formation et de la germination des spores des levures : il n'y a donc aucun doute sur l'existence de levures ascosporées. Quant à la présence du noyau, elle paraît bien prouvée, aussi bien dans les cellules végétatives (3) que dans les cellules reproductrices. M. Janssens (4) a surtout contribué à établir ce point, car il a vu non-seulement le noyau mais sa division par le processus karyokinétique ordinaire.

M. Hansen (5) a étudié deux espèces intéressantes de levûres : *S. Ludwgii* et *S. anormalus.*

M. Costantin a étudié le genre *Myxotrichum* (6), qui était rangé autrefois dans les Mucédinées. Il est arrivé à se convaincre qu'il présente de grandes ressemblances avec les *Gymnoascus*. Le *Myxotrichum chartarum*, en particulier, est très voisin du *Gymnoascus uncinatus* Eidam. Plusieurs caractères cependant les différencient : 1° le substratum qui les porte dans la nature (papier et toile des caves et fumier) ; 2° le glomérule central (qui est moins distinct) ; 3° les filaments se ramifiant à angle droit ; 4° le renflement des crosses à l'extrémité. L'auteur a observé deux variétés de *Gymnoascus uncinatus* l'une d'abord verdâtre, l'autre fauve. — Le *Myxotrichum aeruginosum* est également à placer dans le genre *Gymnoascus.*

M. Boudier (7) a rencontré deux espèces nouvelles de ce genre intéressant, l'une le *Gymnoascus umbrinus* poussant sur le *Botrytis tenella* envahissant des Hannetons, l'autre, le *G. Bousqueleti* sur du coton imbibé de jus de citron.

(1) Moeller : *Ueber den Zellkern und die sporen der Hefe* (Centralbl. f. Bakt. und Parasitk. XII, 1892, p. 537). Voir aussi Krasser : *Ueber den Zellkern der Hefe* (Oesterr. bot. Zeits., 1893, p. 14-22). Raum (Zeitschrif für Hygien. X. 1891, p. 1).

(2) Hansen : *Ueber die neuen Versuche, das genus Saccharomyces zu striechen* (Centralbl. f. Bakt. XIII, p. 16).

(3) Dangeard : *Struct. hist. des levures et leur développ.* (C. R. de l'Acad. des Sc., 1893, t. 117, p. 68).

(4) Janssens : *Beiträge zu der Frage über den Kern der Hefezelle* (Centralbl. f. Bakt. 1893, XIII, p. 639-642).

(5) Hansen : *Trav. du lab. de Calsberg*, III, 1891, p. 1.

(6) Costantin : *Note sur le genre Myxotrichum* (Bull. de la Soc. bot. 1891. p. 345.

(7) Boudier : *Deux nouv. esp. de Gymnoascus de Fr.* (Bull. Soc. myc. VIII).

Les Taphrinacées ont été l'objet de travaux de M. Rostrup (1) ; il les caractérise au point de vue morphologique et biologique, relativement à leur position systématique et à leur action sur les hôtes. Il donne la liste des vingt espèces danoises avec une table par noms d'hôtes. Pour quelques espèces des hôtes nouveaux ont été signalés : *T. Pruni* sur *P. insititia*, *T. Cratægi* sur *Crat. monogyna*, *T. insititiae* sur *Pr. spinosa*, *T. bullata* sur *Cydonia Japonica*, etc. Quatre espèces sur les végétaux herbacés non connus en Allemagne ou ailleurs : *T. Potentillae*, *T. umbelliferarum*, *T. Githaginis* (sur *Agrostemma Githago*) et *T. lutescens* sur *Lastræa Thelypteris* (ces deux dernières espèces nouvelles). Plusieurs espèces hivernent dans les branches : *T. Pruni, Cerasi, Cratægi, deformans et insititiae*, d'autres dans les bourgeons : *T. epiphylla, Ulmi, bullata, torquineti* et *betulina*.

Diverses stations nouvelles de *Taphina* ont été signalées par M. Massalongo (2). Une nouvelle espèce a été rencontrée par MM. Henning et Lindau (3) sur le *Prunus Cerasus* distincte du *T. Cerasi* ; elle produit sur l'arbre des balais de sorcière.

M. Kruch (4) décrit également un *Exoascus* des chênes verts (*Q. Ilex*) où il produit également des balais de sorcière ; cette espèce, d'après M. Vuillemin (5), est nouvelle et très nettement distincte de l'*E. cærulescens*.

Un autre groupe de champignons Ascomycètes très rudimentaires est celui des Laboulbénisées que de Bary plaçait même dans les Ascomycètes douteux. Ce groupe si curieux a été l'objet des recherches de M. Thaxter (6). Quatre genres nouveaux sont décrits dans ce travail ; *Cantharomyces*, *Peyritschella*, *Zodiomyces* et *Hesperomyces*.

M. Ludwig (7) a trouvé dans le mucus d'un chêne un *Endomyces* nouveau, l'*E. Magnusii* ainsi qu'un *Oidium* en relation avec la forme précédente. Ce résultat intéressant a été confirmé par M. Brefeld.

IV. *Discomycètes*. — Deux cas nouveaux de polymorphisme très intéressants ont été découverts par MM. Prilleux et Delacroix (8). Ils ont démontré d'une part la relation existant entre une espèce nouvelle

(1) Rostrup : *Traphinaceae Daniae* (Vidensk. Meddelelserfraden naturh. Foreningi kjobenh. 1890, 21 p.)

(2) Massalongo. *Intorno alla Taphrina campestris* (B. Soc. bot. ital. XXIII, 170). *Sulla scoperta in Italia della T. epiphylla* (id. XXIII, p. 525). *Intorno alla T. polyspora* (id. 1892, p. 197-199).

(3) Henning : *Taphina Gilgii H. et Ludau* (Hedw. 1893, p. 156).

(4) Kruch : *Sopro un caso di deformagione dei rami dell'Elce* (Malpighia, IV, p. 424).

(5) Vuillemin : *L'Exoascus Krugii n. sp* (Rev. myc. XIII, p. 141).

(6) Thaxter : (Proced. Americ. Acad. Arts and sc. XXV, p. 5-14-261-270).

(7) Ludwig : Bot. Zeit., 1892, p. 12, p. 793).

(8) Prilleux et Delacroix (C. R. de l'Acad. des Sc., 1892, p. 895). (Bull. de la Soc. myc. 1893, p. 96.)

de Pezize *P. temulenta* et l'*Endoconidium temulentum* et d'autre part que le *Ciboria* (*Stromatinia*) *Linhartiana* est la forme ascoporée du *Molinia Linhartiana*.

M. Woronin (1) avait autrefois exprimé l'opinion que le *Molinia Linhartiana* est l'appareil conidial du *Sclerotinia Padi*, que le *Monilia cinerea* appartient au *Scl. Cerasi*. Ce dernier *Monilia* étant probablement synonyme de *Fusicladium Cerasi* et d'*Acrosporium Cerasi* Rab. L'*Ovularia necans* serait une forme conidienne d'une Sclérotinie dont la forme parfaite est à trouver.

M. Fischer (2) a signalé en Suisse un certain nombre de localités du *Sclerotinia Vaccinii* et *baccarum*. Sur le Sigriswylgrat, il a trouvé une maladie analogue à celle produite par les parasites précédents sur les fruits de *Rhododendron ferrugineum* et *hirsutum* ; les capsules peu changées à l'extérieur sont remplies de filaments blancs. Il y a une si grande analogie de structure avec les parasites des Vacciniées qu'il ne paraissait pas douteux qu'il s'agissait encore d'un *Sclerotinia* (*Sclerotinia Rhododendri* n. sp.). Ceci a été confirmé depuis par M. Wahrlich (3), qui a observé le parasite précédent dans la Sibérie orientale sur le *Rhod. Dahuricum*.

Le genre Morille ne doit pas être conservé avec sa composition actuelle, M. Boudier (4) a montré que le *Morchella bohemica* doit en être séparé parce que : 1° le chapeau est fixé seulement par son centre au pied ; 2° l'hyménium recouvre les arêtes des alvéoles du chapeau, ce qui n'a pas lieu chez les Morilles ; 3° la moelle du pied est cotonneuse. Ces caractères rapprochent cette espèce des *Verpa* dans lesquels elle doit former un groupe à part *Phychoverpa* à cause de son aspect morchelloïde et ses deux spores dans l'asque.

Le même auteur a décrit trois nouvelles espèces de Pezizes : *Disciotis maturescens*, *Galactinia Michelii* et *Sepultaria Nicaeensis* (5).

M. Philipps (6) a découvert en Angleterre le *Gyromitra gigas* et quelques espèces nouvelles.

L'*Ascobolus Costantini*, trouvé autrefois par M. Rolland, a été ren-

(1) Woronin : *Bemek. zu Ludwig's Sclerot, Aucapariae* (Ber. d. deutsch. Bot. Gesells. IX. 1891, p. 102.)

(2) Fischer : *Ueber die sog. Sclerot. Krankh. der Heidelbeere, Preiselbeere und Alpenrose* (Mith. d. Naturf. Gesells. in Bern. 1891, 2 p.)

(3) Wahrlich : *Einige details zur Kenntniss der Sclerotina Rhododendri Fischer* (Ber. d. deutsch. bot. Gesells. 1892, p. 68).

(4) Boudier : *Note sur la Morchella bohemica et les esp. vois.* (B. Soc. myc. 1892, p. 141).

(5) Boudier : *Descript. de trois esp. nouv. de Pezizes de France* (B. Soc. myc. VII, 1894, p. 214).

(6) Philipps : *Gyromitragigas* (J. of bot. 1893, p. 29) *Omitted Discomyc* (Grevillea XIX, p. 106). *New Discomyc from Orkney*. (Scott. Natur., n° 32, p. 39).

contré de nouveau par M. LUDWIG (1) sur des troncs de Hêtre dans une masse gélatineuse, accompagné d'un *Oidium* qui en est une forme conidiale. C'est un exemple nouveau de stade oïdial à ajouter à ceux que Brefeld a déjà décrits.

M. MASSEE (2) a signalé un genre nouveau de Bulgariées dictyosporées, le genre *Sarcomyces*, voisin des *Haematomyxa*, dont il se distingue par l'hyménium marginé et les spores en une série dans l'asque. Le *Tremella vinosa* B. et C. doit être rattaché à ce genre.

Le *Bulgaria globosa* Schmiedel est un champignon extrêmement rare qui a été découvert en 1775 dans les environs d'Erlanger, il vient d'être rencontré en Finlande par M. THESLEFF. (3).

V. *Perisporiacées.* — Parmi les Périsporiacées, nous avons à relever la découverte de la forme parfaite de l'*Aspergillus fumigatus* faite par M. BEHRENS (4) qui est encore un *Eurotium*. C'est sur des feuilles de tabac en fermentation que ce fait a été constaté.

Le groupe des *Choiromyces* a fait l'objet d un examen spécial de M. MATTIROLO (5) qui conclut de ses recherches que le *Choiromyces gangliiformis* n'est qu'une forme du développement du *C. meandriformis*.

VI. *Pyrénomycètes.* — Deux espèces nouvelles d'Hypocréacées ont fourni à M. BERLÈSE (6) l'occasion de vérifier le polymorphisme très compliqué de ces plantes. Le *Melanospora globosa* possède quatre sortes d'appareils reproducteurs : microconidies, chlamydospores, bulbilles et perithèces. Les bulbilles ne doivent pas être regardés comme le résultat de la dégradation des périthèces, mais comme un appareil propre de conservation de l'espèce. Les microconidies sont portées par un appareil voisin de l'*Acrostalagmus atrum* ; les chlamydospores sont voisines de l'*Acremonium atrum*. La seconde espèce étudiée par M. Berlèse, se présente également sous quatre formes : microconidies se rattachant au genre *Oospora*. chlamydospores au genre *Mycogone*, et bulbilles au genre *Papulaspora*.

M. MAGNUS (7) a décrit une espèce nouvelle l'*Epichloe Warburgiana* des Célèbes et Philippines, particulièrement intéressante par son parasitisme.

(1) Ludwig : *Ein neuer Pilzfluss der Waldbäume und der Ascobolus Costantini Roll.* (Forstl. naturw. Zeits. 1893, 1er fasc., 3 p.)

(2) Massee : *Mycological notes* II (J. of myc. VI., 1891, p. 178, pl. VII.)

(3) Thesleff : *Bulgaria globosa* (Hedwigia, 1893, p. 215.)

(4) (Behrens : *Ueber ein bemerkenwerthes Vorkommen und die perithecien des Aspor. fumig.* (Centralb. f. Bakt. IX, 1892, p. 136).

(5) Mattirolo : *Choiromyces* (Malpighia, 1893, VI, p. 380 et 467).

(6) Berlèse : (Malpighia, 1892, p. 386-418, 2 pl.).

(7) Magnus : *Ueber eine Epichloe aus dem ostindischen Archipel* (Atti del bot. congress bot. di Genova, 1893, p. 157).

M. Halsted (1), MM. Ellis et Everhart (2), M. Bauer (3) ont observé diverses espèces nouvelles de *Nectria*, *Nummularia* et *Hypoxylon*.

M. Atkinson (4) a constaté que l'*Hypocrea tuberiformis* se présentait sous deux formes; l'une parfaite produisant des asques, l'autre imparfaite à conidies (*Sphacelia*).

Un nouveau genre *Euriotropsis* a été étudié par M. Costantin (5). Ce champignon se présente sous deux formes, les périthèces à asques en nombre variable mais contenant toujours huit spores et un appareil conidial à ramification ordinairement sympodique et assez polymorphe. L'*E. Gayoni* a été trouvé sur de l'empois d'amidon.

Le genre *Meliola* a été l'objet de recherches très étendues et approfondies de la part de M. Gaillard (6), qui a publié sur cette question une monographie très soigneusement faite. L'analyse détaillée d'un pareil travail nous est presque impossible. Tous ceux qui feront à l'avenir des recherches sur ce genre curieux devront consulter cet ouvrage qui contient non seulement la description détaillée de toutes les espèces, mais une clé simple, permettant aisément leur détermination.

Les périthèces de l'*Oidium* de la vigne n'avaient jamais été observés jusqu'ici en France, où cependant la maladie existe depuis plus de quarante ans. M Couderc (7) les a observés en relation, sans contestation possible avec l'appareil conidial, c'est bien l'*Uncinula spiralis*, comme un certain nombre d'auteurs l'avaient entrevu.

Les tubéracées ont été l'objet de recherches multipliées et intéressantes de M. Chatin (8). Il a fait une ample moisson de faits nouveaux relatifs surtout aux Truffes de l'Afrique du Nord et de l'Asie mineure; il a montré la véritable nature des Terfas et Kamé.

(1) Halsted : *Anew Nectria* (Bot. Gazette, t. 16, p. 257).

(2) Ellis et Everhart : *Synopsis of North. americain species of Nummularia and Hypoxylon* (U. S. depart. of agric. sect. of viget Pathology, 1889. J. of myc. 1889, p. 19).

(3) Bauer (K. K. Zool. bot. Gesells. in Wien, 18).

(4) Atkinson : *On the struct. and dimorphism of Hyporcrea tuberiformis*. (Bot. Gaz. 1891, p. 281, pl. XXV).

(5) Costantin : *Euriotropsis, nouv. genre d'Asc.* (B. Soc. bot., 1893.)

(6) Gaillard : *Le genre Meliota, anatomie, morphologie, systématique*, 1 volume de 150 p. et 24 planches). *Note sur les hyphopodies mycéliennes et la format. des périthèces des Asterina* (Soc. myc. 1893, p. 655). Voir aussi B. Soc. myc. 1891, p. 99, 151, 233.

(7) Couderc : (C. R. de l'Acad. des sc., t. 116, p. 210.)

(5) Chatin : *Terfas, Truffes d'Afrique, genres Terfezia et Tirmannia* C.) R. de l'Acad. sc. 1891, 19 janv.) *Contribut. à l'étude chimique de la Truffe*. (C. R. 1890, p. 435, p. 947, 1891, p. 136) *Contrib. à l'hist. nat. de la Truffe*. (Soc. Bot. XXXVIII.) *Contrib. à l'hist. nat. de la Truffe, kamé de Damas* (C. R. 1891, t. 113, n° 11). *Le kamé de Damas* (*Terfezia claveyri* (B. Soc. bot. XXXVIII, n° 6).

Signalons aussi l'important ouvrage de M. Hesse (1) sur les Hypogées d'Allemagne. Il paraît par livraison et est accompagné de planches en couleurs.

M. Schroeter (2) s'est occupé des champignons souterrains de la Silésie. Cette recherche, pour laquelle il a reçu des encouragements de la Société Silésienne, lui a permis de dresser une liste des hypogées communes dans ce pays. Le *Tuber dryophilum* y est commun, le *Tuber puberulum*, *nitidum*, *rufum* sont rares au contraire. Le *Choiromyces meandriformis*, qui est un champignon abondant, ne vient malheureusement pas sur les marchés.

Le polymorphisme du *Cladosporium herbarum* a été étudié par M. Janczewski (3) qui a constaté que cette plante pouvait donner naissance à un *Phoma*, à un *Septoria* et au *Leptosphaeria tritici*. Le mycelium issu des ascospores donne naissance à *l'Hormodendron cladosporioides* qui est en relation avec le *Cladosporium herbarum*.

M. Pirotta (4) est arrivé à des résultats assez analogues.

M. de Jaczewski (5) a rencontré sur le Houx un *Laestadia* nouveau qui est peut-être la forme à asque du *Diplodia Ilicis*.

M. Viala avait pensé à rattacher le champignon qui produit le pourridié, maladie de la Vigne, aux Tuberacées, constituant un groupe nouveau parmi ces végétaux. D'après M. Berlèse (6) ce serait en réalité un Pyrenomycète voisin des *Rosellinia*, s'il ne doit pas être inclus dans ce genre. Plusieurs *Rosellinia* ont un périthèce avec ostiole ne se produisant pas comme cela arrive pour le *Dematophora*.

Un autre Pyrenomycète, le *Pharcidia marina*, habite la coquille des Balanes en Hollande. Mme Bommer (7) a vu ses périthèces à moitié enfoncés dans le substratum sur une couche de Chrococcoques.

Le *Cercospera gossypina*, si nuisible au Coton, peut se présenter sous une forme plus élevée d'un *Sphaerella*, ainsi que l'a établi M. Atkinson (8).

(1) Hesse : *Die Hypogacen Deutschlands* Halle Hofstetter.

(2) Schroeter : *Theber die Trüfflartegen Pilze Schlesiens* (Jahresb. d. Schlesch Gis. vaterl. Cultur. 1892, p. 1, 3)

(3) Janczewski : *Polym. da Clad. herb.* (Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie, déc. 1892).

(4) Pirotta : *Sullo oviluppodel Clad. herb.* (Atti della Acad. dei Sincei, ser. V, II fasc., V, II, p. 228).

(5) de Jaczewski : *Læstadia Ilicis* (Bull. de la Soc. Vaudoise des Sc. nat., 1892).

(6) Berlese : (Revist. di Path. veget., 1892, 3 pl.).

(7) Bommer : (Bull. Soc. Belg. de microsc., 1891, p. 151.

(8) Atkinson : *Sphærella gossypina* n. sp. (B. Torrey. bot. Club. XVIII, 1891, p. 300).

Deux geures nouveaux *Acanthophibolus et Didymotrichia* ont été créés par M. BERLÈSE (1).

Le genre *Lembosia*, que l'on plaçait dans le groupe des Hysteriacées, doit être extrait selon M. GAILLARD (2) pour être placé au voisinage des Asterina.

Signalons enfin des études monographiques d'un genre *Eutypa* de M. PASLETTI (3) et *Ophiobolus*, par M. NIEL (4).

M. PATOUILLARD (5) a trouvé en Tunisie un *Poronia* très remarquable intermédiaire entre les *Xylaria* et les *Poronia*.

(1) Berlèse : *Descrizione di alculi nuovi generi di Pirenomiæti* (Atti del cong. bot. di Genova, 1893, p. 567.

(2) Gaillard : *Note sur le genre Lembosia* (Rev. myc., 1893, p. 122).

(3) Pasletti : *Saggio di una monografia del genere Eutypa* (Atti R. Ist. Venet. di Sc. lett. ed Ant. Ser. VII, 1893, t. III).

(4) Niel : *Essai monogr. sur les Ophiobolus observés en Normandie* (Bull. Soc. Amis Sc. nat. de Rouen, 1890).

(5) Patouillard : *Poronia Docunetii, nouv. pyrenomyc. de Tunisie* (Rev. myc., 1893, p. 136).

(*A suivre*). J. COSTANTIN.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

En général, il ne faut pas trop s'empresser de conclure qu'on exercera sur la végétation de la plante une influence favorable en fournissant à cette plante une substance qu'on rencontre encore assez fréquemment dans ces tissus.

Ainsi des réactions convenables ont décelé à M. Hotter (1) la présence de l'acide borique dans les Pommes, les Poires, les Cerises, les Airelles, les Figues, le Trèfle, etc. ; et M. Gassend (2) a retrouvé la même substance non seulement dans les Poires et les Pommes, mais dans les Radis, dans les Salades, dans quelques Poivres.

Pourtant, en ajoutant un cent-millième d'acide borique aux solutions nourricières, où étaient cultivés des Pois et des Maïs, M. Hotter a remarqué que la végétation était ralentie.

De même, d'après les expériences de M. Morel (3), une solution d'acide borique aux deux millièmes, mise en contact avec des graines de Haricot et des grains de Blé, entrave la germination, et si l'action est prolongée, l'arrête complètement. A cette dose faible, l'effet nuisible cesse toutefois avec le contact.

M. P. Petit (4) a examiné l'influence des sels de fer sur la végétation de l'Orge. Le fer, dans cette graminée, est à l'état de composés organiques analogues aux nucléines.

Les cultures faites par M. Petit démontrent que les sels de fer au minimum sont parfaitement absorbés par l'Orge, au même titre que le

(1) Hotter : Land wirthschaftliche Versuchostationer, XXXVIII.

(2) Gassend : *Sur la présence de l'acide borique dans les produits du sol.* (Annales agronomiques, 1891).

(3) Morel : *Acide borique sur la germination.* (Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, 1892).

(4) P. Petit : *Influence du fer sur la végétation de l'Orge* (Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, 1893).

fer à l'état organique ; ils provoquent comme celui-ci, une assimilation plus intense d'azote.

Au contraire, le sulfate ferrique agit comme un véritable poison. Ce dernier fait jette un doute sur la valeur de l'opinion admise, que les sels ferreux dans les sols sont nuisibles, puisque ces sels deviennent inoffensifs lorsqu'ils sont peroxydés.

Les réactions chimiques, comme les changements d'état physique dont les végétaux sont le siège, depuis la germination jusqu'à la maturation, se produisent, suivant le cas, avec absorption ou avec dégagement de chaleur.

M. Gaston Bonnier (1) s'est demandé s'il ne serait pas possible, au moyen de mesures faites sur le même végétal, aux diverses phases de son développement, de constater si, à un moment donné, suivant la phase que la plante traverse, la somme de tous les phénomènes est endothermique ou exothermique.

Dans cet ordre d'idées, il y a lieu, par exemple, de se rendre compte de la différence qui existe entre l'intensité respiratoire et la quantité de chaleur dégagée, quand une graine ou un tubercule commence à germer (destruction de réserves en majeure partie) ou quand une graine commence à se former, après l'épanouissement de la fleur (formation de réserves en majeure partie).

Il importe de voir si, pour le même poids, divers composés organiques dégagent plus ou moins de chaleur par rapport à la quantité d'oxygène absorbée, ou suivant le rapport des volumes d'oxygène et d'acide carbonique échangés.

Considérons la cellulose, l'amidon, le glucose ; peut-on mettre en évidence qu'ils dégagent de la chaleur en se détruisant, et qu'ils en absorbent en se formant ? Le peut-on également pour les substances grasses et pour les principes albuminoïdes.

A vrai dire, on a déjà observé un dégagement de chaleur chez les végétaux, soit en les plaçant simplement en contact avec un thermomètre, soit en se servant d'aiguilles thermo-électriques ; mais, dans ces expériences, la mesure de la quantité de chaleur dégagée a toujours été laissée de côté.

Or, au point de vue des questions physiologiques posées plus haut, c'est surtout cette mesure absolue des quantités de chaleur qui est nécessaire, et non l'indication vague donnée par des différences de température, dont on ne peut rien conclure de certain.

M. Bonnier a donc essayé de calculer le nombre de calories dégagées, pendant un temps donné, par un poids déterminé de végétaux arrivés à un état bien défini de leur développement. Dans ce but, il a surtout employé le calorimètre de M. Berthelot, et, en second lieu, comme moyen

(1) Gaston Bonnier : *Recherches sur la chaleur végétale* (Annales des sciences naturelles, 1893).

de vérification, le thermocalorimètre de Regnault. Les deux instruments ont été légèrement modifiés et adaptés à ce genre de recherches, de façon à permettre d'étudier aussi, dans certains cas, les échanges gazeux entre les végétaux et l'extérieur.

« On sait que le calorimètre Berthelot se compose essentiellement » d'un vase métallique (dans lequel on place les corps à étudier au » point de vue calorimétrique) reposant, par trois pointes de liège, » sur un support en bois, au milieu d'un autre vase argenté à l'exté- » rieur ; ce dernier repose de la même manière sur le fond d'un grand » cylindre double, entre les deux parois duquel se trouvent 30 litres » d'eau. Cette dernière enceinte est recouverte de feutre très épais ; un » agitateur circulaire permet d'uniformiser la température de l'eau, qui » est indiquée par un thermomètre de précision (fig. 56).

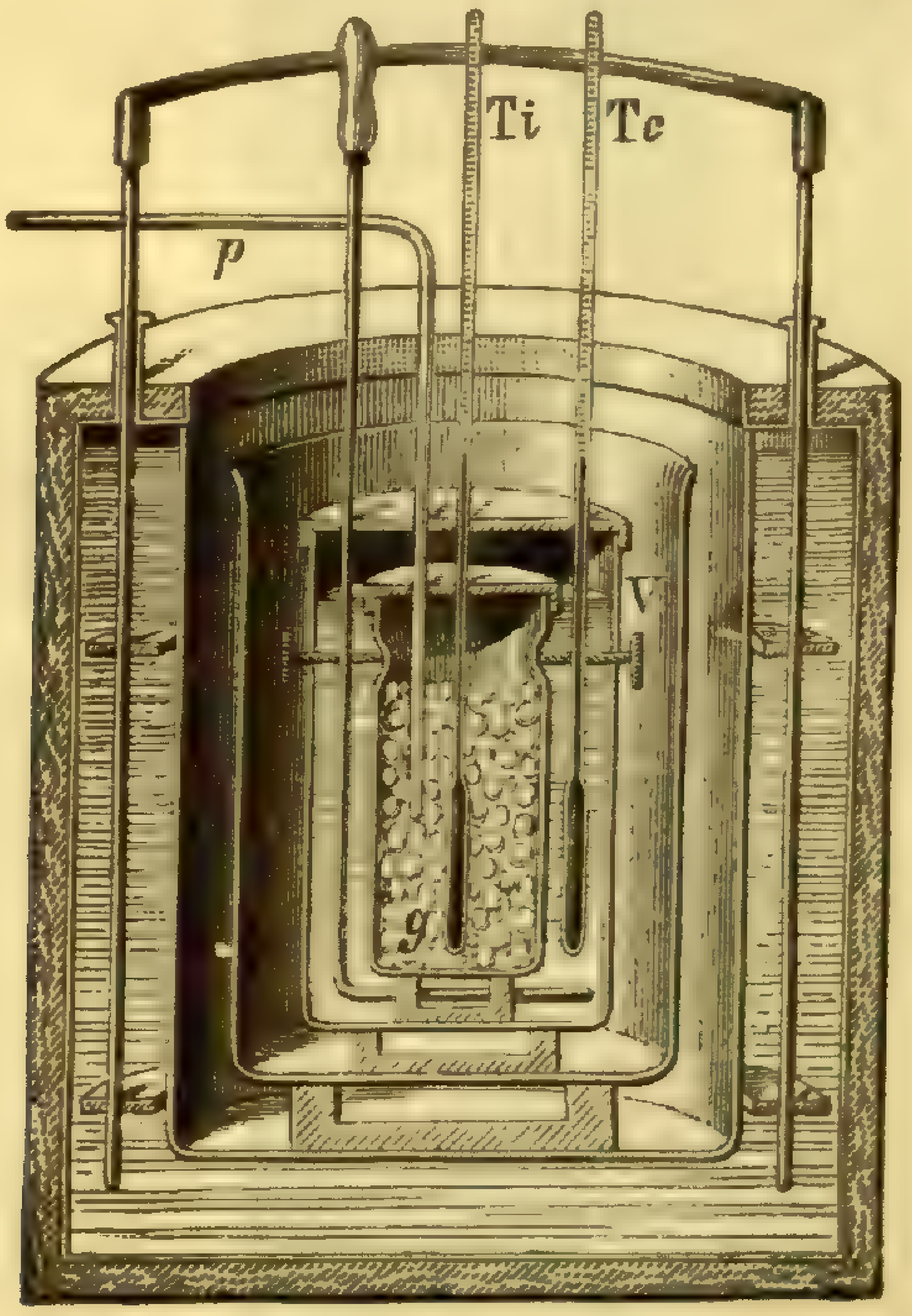


Fig. 56. — Dispositif du calorimètre Berthelot pour l'étude de la germination dans l'air : *g*, graines ; *V*, vis pour maintenir le récipient interne ; *p*, tube pour faire des prises de gaz ; *Ti*, thermomètre plongé dans les graines ; *Tc*, thermomètre plongé dans l'eau du calorimètre.

» Le calorimètre, l'enceinte argentée ou l'enceinte en fer blanc » peuvent être, suivant les cas, munis de divers couvercles percés de » trous, pour laisser passer les thermomètres ou les tubes.

» Lorsque l'expérience est faite dans l'eau, lorsqu'on étudie la » germination des graines dans l'eau par exemple, on peut supprimer » sans inconvénient les couvercles et on opère comme pour une mesure » thermo-chimique ordinaire. Pour observer la germination dans l'air, » la floraison ou la fructification, on place dans l'eau du calorimètre un

» second vase de platine bien plus petit, à parois très minces, noirci à » l'intérieur. Dans ce cas, la chaleur est transmise, il est vrai, beaucoup » plus lentement à l'eau qui entoure ce vase, et il faut attendre un

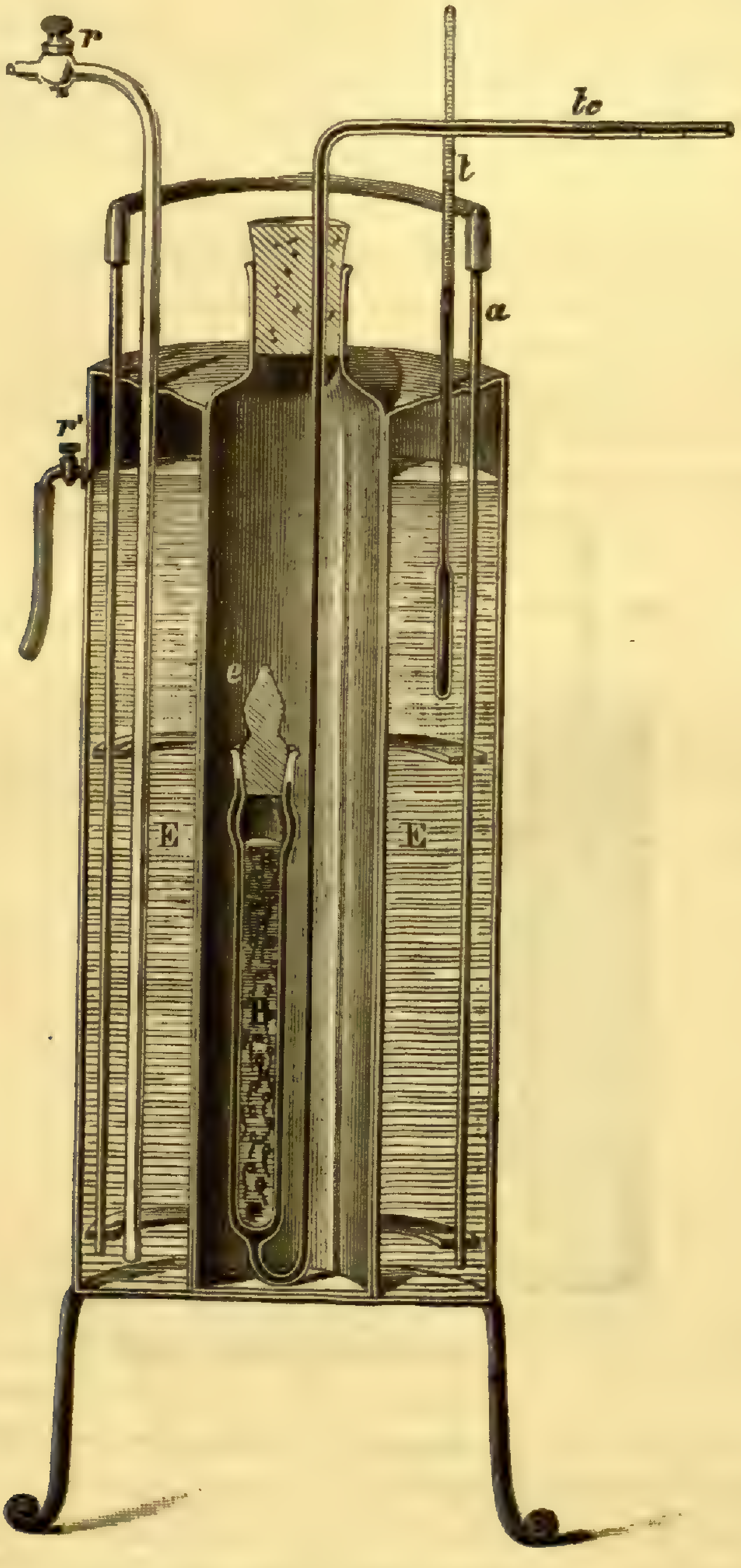


Fig. 57 — Thermocalorimètre Regnault modifié pour l'étude de la chaleur végétale : *P*, plantes germant ou parties de plantes entourées par le réservoir, à double enveloppe, du thermocalorimètre dont le tube gradué en parties d'égal volume est horizontal en *tc* ; *e*, enceinte entourée d'eau *E* à température constante renouvelée en *r* et *r'* ; *a*, agitateur. Le tube horizontal du thermocalorimètre n'est, sur cette figure, représenté qu'en partie, il se prolonge, en réalité, bien au-delà de *tc* et est fermé à son extrémité.

» certain temps pour atteindre le moment où l'expérience offre une » marche régulière ; cependant, en s'adressant aux sujets qui permettent » de prolonger l'expérience, et en prenant certaines précautions, les » mesures peuvent encore se faire avec précision ».

Le thermocalorimètre de Regnault, plus commode à employer, mais moins sensible que le calorimètre, n'a guère servi à M. Bonnier que pour faire des vérifications.

« Ce thermo-calorimètre est, comme on sait, un thermomètre dont » le zéro est quelconque, et dont la tige est graduée en divisions d'égale » capacité ; dans le réservoir thermométrique est creusée une cavité » dans laquelle on peut placer les corps à étudier au point de vue » calorimétrique.

» Cet appareil a été modifié de façon à pouvoir placer, au milieu » du réservoir, les plantes, ou portions de plantes, à étudier, et aussi » de manière à pouvoir récolter les gaz qui se trouvent dans cette » cavité (fig. 57).

» La forme du réservoir était variable suivant les circonstances ».

Dans plusieurs cas, M. Bonnier a aussi étudié une portion du végétal en la laissant attachée au reste de la plante. L'organe était alors introduit dans la cavité du thermo-calorimètre, à travers un bouchon coupé en deux dans le sens longitudinal.

Le réservoir du thermo-calorimètre était placé dans une enceinte maintenue à une température constante par le passage continu d'un courant d'eau circulaire.

Il serait trop long de décrire ici la méthode employée, ainsi que de passer en revue les diverses causes d'erreur que M. Bonnier s'est préoccupé d'éviter. Nous ne pouvons que résumer les principaux résultats de cet important mémoire, qui fournit, pour la première fois, des nombres relatifs à la mesure des quantités de chaleur dégagées par les végétaux.

La quantité de chaleur dégagée, pendant le même temps, par un même poids d'une plante, à la même température initiale, varie avec le développement de la plante. Un maximum se produit pendant la première partie de la période germinative; un autre maximum, dans la fleur, après l'anthèse.

Pendant la première partie de la période germinative, la quantité de chaleur mesurée est supérieure à celle qu'on obtient en calculant la chaleur de formation de l'acide carbonique produit par la plante au cours de l'expérience ; elle est même supérieure, en général, à la quantité de chaleur qui serait due à la formation d'acide carbonique par tout l'oxygène absorbé.

Pour prendre quelques exemples, 1 kilogramme de graines de Pois au début de la germination, dégage, en 1 minute, 59 calories ; 1 kilogramme de grains de Blé, dans les mêmes conditions, dégage, en 1 minute, 20 calories.

Pendant la floraison, la quantité de chaleur dégagée varie beaucoup avec les espèces. La Renoncule, la Ficaire, le Myosotis ne donnent pas des quantités de chaleur mesurables. Au contraire, chez la Giroflée, l'Onagre, l'Éphémère, l'Iris, le Nénuphar, le Seringat, la Mauve, il y a un dégagement appréciable. Ces plantes sont de bons sujets d'étude, qui se prêtent aux mesures d'une manière plus régulière que l'Arum et le Richardia, dans lesquels l'accroissement de température, depuis longtemps signalé chez les Aroïdées, vient troubler les résultats.

Toutes les fois que, pendant la floraison, la quantité de chaleur a été mesurable, elle s'est montrée inférieure à la quantité de chaleur qui pourrait résulter du phénomène respiratoire. C'est donc le contraire de ce qui se produit au moment de la germination.

Le maximum de chaleur dégagée pendant la période germinative correspond assez sensiblement au maximum d'oxydation, c'est-à-dire au minimum du quotient respiratoire ; en tout cas, il coïncide plutôt avec le maximum que donne le calcul de l'oxydation totale qu'avec celui fourni par le calcul du dégagement d'acide carbonique.

La quantité de chaleur dégagée par une même plante, à un même état de son développement, augmente beaucoup avec la température initiale.

Ainsi, lorsqu'on étudie les tissus au moment de la *consommation* d'une réserve déterminée, comme au début de la germination, la chaleur dégagée par la transformation des substances de réserve (dédoublements et hydratations) vient, si l'on peut s'exprimer ainsi, *s'ajouter* à celle que produit l'acide carbonique en se formant, et à celle que produit l'oxydation interne par l'excès d'oxygène absorbé.

Mais, si l'on étudie les tissus au moment de la *formation* d'une réserve déterminée, comme cela se produit alors que les substances émigrent vers les fleurs, ou au début de la fructification, on constate que la chaleur absorbée par la production des substances de réserve vient, au contraire, *se retrancher* de la chaleur dégagée par la respiration.

Les processus de tout ordre, qui s'accomplissent ainsi dans la plante, tantôt avec dégagement, tantôt avec absorption de chaleur, ont encore pour effet, en même temps, de déterminer, dans les tissus, de manière à peu près continue, des courants électriques appréciables à l'électromètre. Ces phénomènes ont été surtout étudiés jusqu'alors par M. Kunkel et M. Munk.

M. Kunkel se servait, dans ses expériences, des électrodes impolarisables de Dubois Reymond. Une électrode étant placée sur une nervure, l'autre sur le parenchyme de la feuille d'une plante dicotylédone, si l'on introduit alors, dans le circuit, un électromètre, on constate que la nervure est électrisée positivement par rapport au reste de la feuille. Il peut y avoir quelquefois un changement momentané dans le sens du courant, si, par exemple, on humecte, avec une goutte d'eau, la surface

de la feuille dans la région en contact avec l'électrode ; mais cette modification dure à peine une minute.

Quand, d'autre part, on place les électrodes sur des jeunes pousses vertes de Vigne, on ne constate aucune inégalité de tension entre des niveaux différents. Mais vient-on à couper la tige au voisinage d'une électrode, aussitôt cette électrode est électrisée négativement. Une courbure brusque de la tige produit le même effet.

M. Munk a surtout expérimenté sur les feuilles de *Dionœa muscipula* ; d'après ses observations, lorsqu'on touche une de ces feuilles, il y a développement d'électricité négative dans le parenchyme de la face supérieure, et d'électricité positive dans le parenchyme de la face inférieure.

Tous ces faits, pris en eux-mêmes, sont confirmés par les dernières recherches de M. Otto Haake (1) ; mais sur les conclusions qu'on doit en tirer, l'opinion de ce physiologiste diffère entièrement de celle de M. Kunkel.

M. Kunkel attribue surtout la cause de ces courants au phénomène purement mécanique du mouvement de l'eau ; il remarque qu'ils se produisent dès qu'on approche des électrodes humides.

M. Haake fait observer que, si cette théorie est exacte, le mouvement de l'eau qui a lieu dans les tissus, par suite de la transpiration, doit de même provoquer une action électrique, car les quantités d'eau perdues de cette manière en un temps donné, sont souvent très fortes.

Par suite, en modifiant la transpiration par le transport de la plante dans un air plus ou moins saturé, on doit obtenir des modifications correspondantes dans la tension électrique.

Cependant il n'en est rien. Lorsqu'on fait passer un courant d'air sec sur des feuilles mises en communication avec les électrodes par leur nervure médiane et par le parenchyme de leur face supérieure, on produit bien quelques oscillations, mais ces oscillations n'ont aucune régularité, quelles que soient les précautions que l'on prenne.

Il est donc clair que le mouvement de l'eau n'est pas la cause principale des courants électriques observés.

Ces courants dépendent bien plutôt des divers processus vitaux réalisés à tout instant dans les tissus, et au nombre desquels il faut mettre en première ligne la respiration.

Le phénomène respiratoire représente la somme de toute une série de réactions chimiques, qui se traduisent à l'extérieur par une absorption d'oxygène et un rejet d'acide carbonique ; or, on sait que toute énergie chimique se transforme aisément en énergie électrique.

En réalité, M. Haake a constaté que l'électromètre indique des changements de tension électrique très sensibles, quand on entrave la respi-

(1) Otto Haake : *Ueber die Ursache electrischer Ströme in Pflanzen* (Flora, sept. 1892).

ration en remplaçant l'oxygène par un gaz indifférent, dans le milieu où vit la plante.

On pourrait, il est vrai, objecter que la cause réelle de ce trouble n'est peut-être pas tant la modification apportée dans le phénomène chimique que l'intervention d'influences externes, purement mécaniques, telles que le frottement des molécules gazeuses pendant la diffusion à travers les membranes. M. Haake répond à cette objection en démontrant que le phénomène observé précédemment ne se manifeste plus lorsqu'on opère sur des tiges de Pois tuées au préalable par l'eau bouillante. Le facteur qui amène ces changements de tension électriques doit donc bien être cherché exclusivement parmi les réactions de l'organisme vivant.

Lorsqu'on rétablit la respiration normale, après l'avoir supprimée, les oscillations se font généralement en sens contraire des précédentes; l'électromètre reprend la position qu'il avait au début de l'expérience. Il est à mentionner que la réaction est plus rapide lorsqu'on ramène l'air que lorsqu'on chasse l'oxygène par l'hydrogène.

Les fleurs, et particulièrement les organes sexuels, donnent lieu, comme les feuilles, à de forts courants.

Dans tous les cas, ces actions électromotrices sont en rapport avec la température, dont l'influence sur l'intensité de la respiration est bien connue.

Ils sont aussi, jusqu'à un certain point, sous la dépendance de l'assimilation ; plus il y a d'acide carbonique dans le milieu, et plus s'accentuent les oscillations de l'électromètre.

Les recherches faites avec des Nitelles ont donné les mêmes résultats que les expériences avec les plantes supérieures ; elles ont, en outre, mis en évidence qu'il n'y a aucun rapport entre les phénomènes électriques et les mouvements mécaniques du protoplasme; quand le mouvement de celui-ci s'arrête, les changements de tension persistent néanmoins.

Pous tous ces motifs, M. Haake se croit en droit de conclure que les courants électriques qu'on observe dans les végétaux résultent de toutes les réactions chimiques qui s'opèrent à l'intérieur de la cellule. La respiration est le facteur prédominant ; au second rang doit être placée l'assimilation. Il est possible que le mouvement de l'eau ait aussi une certaine influence, mais, certainement, cette influence est excessivement faible.

Pendant le cours de la végétation, la teneur d'une plante en matières minérales varie dans des proportions souvent considérables, sous diverses influences. La constitution du terrain, la nature des engrais, un excès d'humidité ou de sécheresse influent non seulement sur les rendements, mais aussi sur la quantité relative de chacun des principes contenus dans les organes.

Au point de vue théorique, aussi bien qu'au point de vue pratique,

il est, par suite, d'un grand intérêt de connaître quelles sont les quantités minima de matières minérales nécessaires à la vie de la plante, quelles proportions ces substances doivent atteindre pour qu'il ne se produise pas une diminution de récolte ; quels maxima on peut observer au-delà du quantum strictement nécessaire ; enfin quelles sont les variations de composition dans les différents organes, aux diverses époques du développement.

M. Lechartier (1), qui a déjà publié précédemment, sur ce sujet, des observations intéressantes, en prenant pour exemple le Sarrazin, a effectué de nouveau, et d'une manière plus complète, des études analogues sur le Topinambour, végétal de nature complètement différente. Il est ainsi arrivé à obtenir un certain nombre de résultats qui peuvent être considérés comme généraux.

Il n'y a pas, en premier lieu, de corrélation entre la teneur, en principes minéraux, des organes d'une même plante et le rendement plus ou moins élevé de la récolte dont elle fait partie. Une plante empruntée à une récolte à haut rendement n'est pas toujours plus riche en acide phosphorique et en potasse que celle qui provient d'une récolte de moindre rendement.

Toutes les fois que, dans les feuilles d'un végétal, un seul des principes constitutifs essentiels, acide phosphorique ou potasse, descend au dessous d'un certain taux, elles s'altèrent, jaunissent et meurent. Cette altération se produit prématurément dans un nombre de feuilles d'autant plus grand que le terrain est plus pauvre.

La comparaison de la composition des feuilles prématurément altérées et des feuilles vertes peut permettre de se rendre compte de la nature des principes qui font plus spécialement défaut au sol cultivé.

Les feuilles élaborent et emmagasinent des principes minéraux qui sont ensuite utilisés pour la nutrition des parties les plus jeunes de la plante, et spécialement des tubercules et des graines. Cette loi explique les variations qui peuvent se produire dans leur composition sous diverses influences.

En général, les variations dans la teneur en matières minérales sont beaucoup plus considérables pour les tubercules que pour les graines.

(1) Lechartier : *Des variations de composition du Topinambour au point de vue des matières minérales ; rôle des feuilles dans le développement de la plante* (Annales agronomiques, février 1892).

(*A suivre*). Henri Jumelle.

Le Gérant, Th. Clerquin.

Hickel et Herincq del. Imp. Le Bigot. Vitou sc.

Lasiocampa Pini (1 à 7) ; *Retinia buoliana* (8) ; *Lophyrus rufus* (9 à 13).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la ***Revue.***

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la ***Revue générale de Botanique :***

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses ; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Nouveaux procédés de gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : L'*Abies numidica.* — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon); sur les Champignons (Costantin), relatifs aux méthodes de technique (Dufour); sur les Lichens (Hue); sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte)*. — Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ*. — Curtel : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure comparée de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — Lesage : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — Bonnier : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — Daguillon : Les feuilles des Conifères. — Russell : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées; Les folioles anormales du *Vicia sepium*. — Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — Brandza : Recherches anatomiques sur les hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un nouveau parasite de la Vigne. — Daniel : Le tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (Flahault) ; de botanique forestière (Henry); de paléontologie végétale (de Saporta) ; de physiologie et de chimie végétales (Jumelle); des Lichens (Hue); d'anatomie végétale (Leclerc du Sablon) ; des Bactéries et des fermentations (Boutroux) ; des plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte)*. — Brandza : Développement des téguments de la graine. — Russell : Etude anatomique des ascidies de Chou. — Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : Recherches anatomiques sur le genre *Carex*. — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — Prunet : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma vivant. — Jumelle : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — Bastit : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin; Espèce du genr *Riella*. — Daniel; Racines napiformes transitoires. — Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : Distribution du *Cyclamen europæum*.

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (Masclef) ; sur les Champignons (Costantin) ; de physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; relatifs aux méthodes de technique (Dufour).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte)*. — Trabut : Variations du *Quercus Mirbeckii*. — Masclef : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — Russell : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens. — Dewèvre et Bordage : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon: Les tubercules des Equisétacées ; Une maladie du Platane. — Prunet : Relations entre les plantes et les insectes. — Hervier : Sur quelques plantes d'Espagne. — Bonnier : Reviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone*. — Jacob de Cordemoy : Une Liliacée exotique peu connue. — Costantin et Dufour : La môle, maladie du Champignon de couche. — Giard : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum*. — Géneau de Lamarlière : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (Jumelle) ; des Lichens (Hue) : d'anatomie végétale (Prunet) : des Bactéries et des fermentations (Boutroux) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (Masclef).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte)*. — Duchartre : Variations du *Rosa sericea*. — Bonnier : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — Boudier : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — Prunet : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : La convergence des formes conidiennes. — Naudin : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix*. — Mesnard : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — De Lamarlière : Sur le développement de quelques Ombellifères. — Magnin : La végétation des lacs du Jura. — Jaccard : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians*. — Palladine : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Recherches sur les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue) ; sur les Algues (Flahault) ; de Paléontologie végétale (de Saporta) ; de Botanique forestière (Henry) ; sur les Bactéries et les fermentations (Boutroux).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

AVIS. — Ce numéro renferme la couverture du volume de 1894.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SIXIÈME

Livraison du 15 Décembre 1894

N° 72

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien, de suite, renouveler son abonnement pour 1895 en envoyant à l'Éditeur la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger). A défaut d'un avis, l'Éditeur fera présenter une quittance par la poste, avec 75 c. pour frais de recouvrement, le 15 janvier 1895.

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

PAUL KLINCKSIECK, ÉDITEUR

52, RUE DES ÉCOLES, 52

EN FACE DE LA SORBONNE

1894

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1894

I. — LA VIE ET LA CARRIÈRE SCIENTIFIQUE DE M. DUCHARTRE, par **M. Gaston Bonnier** 481

II. — LES PLANTES ARCTIQUES COMPARÉES AUX MÊMES ESPÈCES DES ALPES ET DES PYRÉNÉES (avec quatre planches), par **M. Gaston Bonnier**. 505

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 528

IV. — TABLES DU VOLUME DE 1894 535

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 18. — *Silene acaulis.*

Planche 19. — *Silene acaulis; Salix reticulata.*

Planche 20. — *Oxyria digyna.*

Planche 21. — *Saxifraga oppositifolia.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

LA VIE & LA CARRIÈRE SCIENTIFIQUE

DE M. DUCHARTRE (1)

par M. Gaston BONNIER.

Messieurs,

La Faculté des Sciences vient de perdre son plus ancien professeur. M. Duchartre s'est éteint sans souffrances, le lundi 5 novembre, à l'âge de 83 ans. Je n'ai pas besoin de vous dire quel émoi a causé la disparition subite du botaniste universellement connu par ses travaux, du professeur dont l'enseignement consciencieux et clair a laissé des traces profondes dans de nombreuses générations d'élèves, enfin de l'homme bienveillant et sympathique dont les encouragements ont été si utiles à tant de travailleurs.

M. Duchartre est né en 1811, à Portiragnes, petit village situé non loin de la mer, entre l'embouchure de l'Orb et celle de l'Hérault. Il commença ses études classiques à Béziers, et sa famille s'étant transportée en 1823 à Toulouse, il les acheva au collège de cette ville. Très avancé dans ses classes, il n'avait pas encore, quand il eut terminé l'enseignement classique, l'âge voulu pour se présenter au baccalauréat. Son goût pour le travail et sa curiosité déjà éveillée du côté des sciences le déterminèrent à suivre les cours scientifiques de la Faculté, en attendant qu'il eut les seize ans nécessaires pour se présenter aux examens.

C'est en 1828 que se décida sa vocation pour la Botanique lorsqu'il suivit les cours du Jardin des plantes de Toulouse. Cette année même, à la suite d'un concours, il obtint l'un des prix fondés par l'Administration municipale ; il reçut ainsi les œuvres du botaniste Picot de Lapeyrouse. L'année suivante, le prix de la division supérieure lui était décerné et fut qualifié exceptionnellement de

(1) Leçon d'ouverture du cours de Botanique (1894-1895) de la Faculté des Sciences de Paris (Extrait de la Revue scientifique).

« prix unique avec éloges ». On donna au lauréat une série de livres à choisir.

Son goût pour la botanique se développa encore lorsqu'il suivit les leçons et reçut les conseils de Moquin-Tandon. M. Duchartre renonça alors aux études de Droit que son père, avocat, lui avait fait commencer déjà depuis un an et se décida à s'occuper uniquement de Botanique. Mais, comme il devait subvenir aux besoins de sa famille, il fut obligé de donner des leçons pour préparer des élèves au baccalauréat dans plusieurs Institutions.

Les ressources dont il disposait à Toulouse étaient, au point de vue de ses études spéciales, tout à fait insuffisantes. Il fallait entendre M. Duchartre décrire l'état lamentable dans lequel se trouvait alors la bibliothèque de cette ville, dont le crédit permettait à peine d'entretenir les volumes existants et qui, en hiver, n'était chauffée que par un petit brasero accaparé par le bibliothécaire et son adjoint. Il fallait encore l'entendre raconter comment se passaient les herborisations officielles dirigées par le fils d'un botaniste pyrénéen. Le professeur, qui ne savait pas reconnaître les plantes, hâtait de temps en temps le pas pour prendre l'avance avec le garçon jardinier auquel il demandait les noms des espèces afin de les redire ensuite lui-même aux élèves. On comprend quelles singulières méprises devaient souvent se produire. M. Duchartre dut donc se déterminer bientôt à faire sans maître des excursions botaniques qu'il étendit non seulement aux environs de Toulouse, mais à plusieurs de nos départements méridionaux et à presque toute la chaîne des Pyrénées. C'est à la suite de ces explorations que parurent ses premières publications : un exsiccata connu sous le nom de *Flore pyrénéenne* et des remarques restées classiques sur quelques espèces de Saxifrages.

Les leçons à donner aux élèves devenant plus rares à Toulouse, M. Duchartre fut heureux de trouver une place dans une Institution qui était établie dans le petit village de Monsempron (Lot et-Garonne). C'est là qu'il devait pendant six ans préparer, dans un isolement complet, sa licence ès-sciences naturelles et ses deux thèses pour le doctorat.

A Monsempron, les ressources étaient encore plus faibles qu'à Toulouse ; la seule bibliothèque du jeune étudiant se composait de quelques volumes classiques et des ouvrages qu'il avait reçus en

prix au Capitole. Ses instruments furent d'abord une loupe montée très médiocre, puis un mauvais microscope acheté chez un opticien de Toulouse et dont les divers grossissements étaient obtenus au moyen de lentilles qui se vissaient les unes sur les autres. Il était loin de toute collection et, s'il pouvait trouver des plantes ou quelques roches aux environs du village, les animaux lui faisaient défaut pour ses exercices pratiques de zoologie. M. Duchartre racontait plaisamment les difficultés de toute sorte qu'il rencontra pour se procurer quelques rats, chiens ou lapins nécessaires à ses dissections. La plus belle pièce, disait-il, mise à sa disposition à Monsempron pour préparer sa licence, fut un singe qui, voyant son maître jeter un objet dans la cheminée, y lança par imitation une poire à poudre se trouvant à sa portée. La victime de ce suicide involontaire fut livrée au scalpel de M. Duchartre.

Malgré ces conditions si difficiles, M. Duchartre fut reçu à la licence dès 1839. Sans perdre de temps, il se mit à amasser tous les matériaux nécessaires à ses thèses de doctorat et à son premier grand Mémoire de botanique ; c'est toujours à Monsempron, sans conseils et dans le même isolement, qu'il parvint à mener à bien ces premières recherches personnelles.

Cette insuffisance d'instruments et cette absence de direction avaient certainement de très grands inconvénients et pouvaient faire perdre au jeune botaniste un temps précieux qui aurait été mieux ménagé dans un laboratoire ; mais aussi cette solitude avait l'avantage de développer chez lui l'esprit d'initiative, de le forcer à s'ingénier pour trouver des sujets de recherches qui fussent à la fois originaux et compatibles avec l'insuffisance de ses moyens de travail.

Combien sont différentes aujourd'hui les conditions dans lesquelles peut étudier un jeune naturaliste ! Les Facultés des Sciences sont partout admirablement outillées, les Laboratoires installés d'une manière presque luxueuse, les bibliothèques riches en volumes de toute sorte, le personnel nombreux dévoué aux élèves et aux jeunes travailleurs. On pourrait presque dire que ceux-ci n'ont qu'un signe à faire pour avoir à leur disposition tous les matériaux d'étude qui leur sont nécessaires : les animaux provenant des Laboratoires maritimes, les plantes vivantes récoltées pour eux dans les divers coins de la France, des riches collections

de roches et de fossiles mises à leur portée, enfin tout un matériel d'instruments perfectionnés dont s'enrichissent tous les jours les Laboratoires de nos Facultés.

Dans une organisation aussi parfaite que celle d'aujourd'hui, si favorable au développement des recherches, il y a peut-être cependant un écueil à éviter; c'est que le jeune chercheur auquel on prodigue les conseils et les matériaux d'étude, ne perde par là même une partie de cette initiative individuelle si nécessaire à toute recherche scientifique et qui caractérise les travaux de M. Duchartre.

En effet, le sujet de sa thèse de Botanique fut relatif au développement des organes floraux et à la recherche de leur origine. A cette époque, il n'existait guère sur ce sujet que quelques remarques de Mirbel, de Schleiden et un travail de Guillard que M. Duchartre ne parvint pas à se procurer. Mais ces divers auteurs n'avaient pas vu toute l'importance que devait prendre ce genre de recherches. L'on peut dire sans exagération que la thèse de M. Duchartre intitulée modestement « *Essai sur le développement des organes floraux* » a ouvert une nouvelle voie qui, plus tard, devait être suivie dans la science et aboutir à la création de l'*Organogénie florale*. M. Duchartre devait d'ailleurs publier dans la suite d'autres mémoires importants sur l'organogénie de la fleur dans un certain nombre de familles très différentes.

Certainement, l'étude purement extérieure des formes sous lesquelles apparaisent les sépales, les pétales, les étamines et les carpelles, ne pouvait pas donner la solution entière du développement de ces organes; l'évolution des formes devait être complétée plus tard au moyen d'études anatomiques délicates par l'évolution de la structure intérieure et en particulier par l'étude du mode d'apparition et de la disposition relative des faisceaux vasculaires. Mais si l'on se reporte à l'époque d'où datent ces travaux et surtout si l'on pense à cette insuffisance de moyens qu'il a trouvée au début, n'est-ce-pas une chose toute à la louange de M. Duchartre que d'avoir ainsi créé, de toutes pièces, un mode d'investigation dont d'autres botanistes devaient plus tard bénéficier en l'étendant à un plus grand nombre de plantes. Il suffit de citer l'étude de l'apparition tardive de la corolle des Primulacées qui se montre comme une dépendance des étamines, ou encore les dédoublements

qui se produisent dans l'androcée des Malvacées pour faire voir que des faits mis en évidence dans les mémoires dont je viens de parler ont été vérifiés et précisés par des études anatomiques ultérieures.

Pour faire sa thèse de zoologie, M. Duchartre profita de ses vacances afin de recueillir au bord de la mer des échantillons nombreux d'un mollusque intéressant dont il décrivit l'anatomie complète, et c'est le 16 mars 1841 qu'il soutint avec succès ses deux thèses de sciences naturelles devant la Faculté de Toulouse.

En 1843, M. Duchartre vint habiter Paris non seulement dans l'espoir de se faire une position, mais surtout pour mettre à profit les ressources de toute nature que les savants peuvent y trouver afin de compléter et de terminer les Mémoires qu'il avait commencés dans le Midi. Très bien accueilli par Decaisne qui devint bientôt son ami, il réussit après beaucoup de difficultés à se créer une situation importante dans le journalisme scientifique. C'est ainsi qu'il collabora à un grand nombre de Revues et d'Encyclopédies, au Dictionnaire de d'Orbigny et qu'il rédigea presque entièrement pendant deux ans la *Revue de Botanique* fondée par Delessert.

Mais cette grande production d'articles intéressants, originaux ou critiques, sur les parties les plus diverses de la Botanique, ne lui faisaient pas négliger les recherches personnelles et c'est de cette époque que datent la plupart de ses travaux.

En 1848, M. Duchartre prit part au concours pour l'agrégation des Facultés des Sciences. Il en subit brillamment les épreuves et fut le seul reçu des cinq concurrents parmi lesquels étaient des hommes de la valeur de Robin et de Charles Martins. L'année suivante il réussit encore dans un autre concours pour une chaire de l'Institut agronomique, établissement qui venait d'être créé par le gouvernement de la République. M. Duchartre y fut nommé professeur de botanique et de physiologie végétale appliquée à la culture. C'était un enseignement nouveau à établir et la préparation de ce cours prit d'abord tout le temps du jeune professeur ; puis il fit installer un jardin botanique où il institua plusieurs séries de recherches comparatives avec des plantes vivantes. Dès lors, les études de M. Duchartre prirent une nouvelle direction ; ses travaux les plus importants furent ceux relatifs à la physiologie et la plupart de ses investigations devinrent expérimentales.

Je ne saurais songer à vous citer les centaines de Mémoires ou de Notes que M. Duchartre a fait paraître sur presque toutes les parties de la Botanique. J'ai déjà dit un mot de ses travaux sur l'organogénie et je vais essayer maintenant de résumer l'ensemble des recherches qu'il publia sur la Physiologie, en me bornant aux Mémoires les plus importants.

Je n'ai pas besoin de vous rappeler ce que sont les stomates, ces petits organes qu'on trouve à la surface des feuilles ou des jeunes tiges; vous savez qu'ils sont, en général, formés de deux cellules spéciales, laissant entre elles une ouverture qui fait communiquer avec l'air extérieur l'atmosphère interne qui se trouve entre les tissus. A l'époque où M. Duchartre poursuivait ses recherches, on enseignait d'une manière classique que les stomates se trouvaient en relation avec la chlorophylle, cette matière verte des végétaux qui joue un rôle si important dans leur nutrition. On avait posé comme règle que les vraies plantes parasites, et particulièrement celles qui sont sans chlorophylle, étaient toujours dépourvues de stomates et l'on admettait que les orifices stomatiques avaient pour rôle principal de laisser dégager à l'extérieur l'oxygène produit par l'assimilation chlorophyllienne.

Dans un premier Mémoire, déjà présenté à l'Académie des Sciences en 1843 et inséré, en 1847, dans le Recueil des Savants étrangers, M. Duchartre fit une étude complète d'une singulière plante parasite répandue dans l'Ouest de la France, la Clandestine (*Lathræa Clandestina* L.). Puis il étendit ensuite ses observations à diverses autres plantes parasites analogues. Parmi les résultats remarquables qu'il trouva dans l'étude de ces végétaux, sur leur anatomie, leurs suçoirs, leur mode de développement, il faut signaler la présence, démontrée pour la première fois, de stomates parfaitement conformés, même sur les feuilles réduites à des écailles souterraines, chez ces plantes sans chlorophylle.

D'autre part, M. Duchartre fit des recherches nombreuses sur le dégagement d'oxygène par les plantes exposées à la lumière. Entre autres conclusions, il faut retenir celle-ci. En comparant le nombre et la grandeur des stomates avec la quantité de gaz dégagée au soleil, l'auteur a reconnu qu'il n'existe pas de relation fixe entre le nombre des stomates et le dégagement gazeux ; que, dès lors, ces ouvertures épidermiques ne devaient pas être regardées comme

l'unique voie du passage des gaz chez les plantes et que l'épiderme lui-même doit concourir de son côté à l'accomplissement des échanges gazeux à travers sa cuticule. M. Duchartre a mis ce fait en évidence par une expérience frappante : les feuilles flottantes du Nénuphar n'ont de stomates qu'à leur face supérieure, celle qui est exposée à l'air ; l'expérimentateur constate que ces feuilles dégagent aussi de l'oxigène en abondance par leur face inférieure qui est dépourvue de stomates.

Un autre travail de M. Duchartre se rapporte encore indirectement à cette même question. Avant 1857, beaucoup d'agronomes étaient convaincus que les plantes absorbent en grande partie, par leurs feuilles et par leurs tiges, la rosée qui les couvre pendant la nuit, même lorsque les racines sont plongées dans un sol humide, et plusieurs physiologistes pensaient que les stomates jouaient un rôle important dans cette absorption de l'eau liquide par les feuilles.

M. Duchartre institua de nombreuses expériences en vue de vérifier ce fait. Voici en quelques mots quelle est l'une des méthodes qu'il a suivies. Des plantes de nature et de texture très variées sont mises dans des pots à fleurs et chacun de ces derniers est renfermé dans une enveloppe de verre hermétiquement close. Chaque sujet d'études, ainsi disposé, est exactement pesé à la fin du jour. La plante est ensuite exposée à découvert pendant la nuit. Le lendemain, avant le lever du soleil, lorsqu'elle est couverte de rosée, on essuie avec soin l'enveloppe de verre, puis la plante elle-même, feuille par feuille, ses tiges, ses rameaux et l'on pèse le tout de nouveau. Or, jamais l'auteur n'a trouvé que pendant la nuit, et sous l'influence des rosées les plus abondantes, une seule de ces plantes eut augmenté de poids d'une manière appréciable. Après avoir discuté les causes d'erreur et varié les méthodes d'expérimentation, il en a conclu que la rosée qui se condense à la surface des plantes n'est pas directement absorbée par elles; la haute importance de la rosée pour la végétation ne résulterait que de son action sur la terre lorsqu'elle se condense à la surface du sol ou qu'elle y retombe des feuilles.

Ainsi donc, les stomates, d'une part, ne jouent qu'un rôle accessoire dans la nutrition chlorophyllienne et, d'autre part, ils ne servent en rien à l'absorption de l'eau par les feuilles. Quel est

donc le rôle principal de ces organes particuliers, presque toujours de même forme et si abondants sur les parties aériennes des plantes?

C'est encore un très intéressant Mémoire de M. Duchartre qui devait conduire vers la solution de cette question. Je veux parler de ses recherches sur la Colocase, cette belle Aroïdée qu'on a aussi appelée Herbe à pluie, et qu'on cultive maintenant dans les jardins publics. La Colocase présente ce phénomène très remarquable que, dans certaines circonstances, ses grandes feuilles émettent par leur extrémité des gouttes d'eau qui se succèdent rapidement. Les orifices par où tombe cette singulière pluie ont présenté à M. Duchartre un fait entièrement inattendu et des plus curieux. Des transitions parfaitement marquées lui ont montré que ce sont simplement des stomates qui ont subi une dilatation considérable, tout en conservant sans altération leurs deux cellules marginales. Ainsi fut faite la découverte de ce qu'on appelle maintenant d'une manière courante les stomates aquifères. De plus, par de nombreuses expériences, l'auteur faisait voir que cette pluie des feuilles de Colocase est accentuée par toutes les causes qui retardent l'émission de vapeur d'eau chez les feuilles ordinaires, qu'elle est au contraire retardée ou même arrêtée complètement par toutes les causes qui favorisent l'évaporation de l'eau par les plantes. Il en conclut que le phénomène présenté par la Colocase est dû à la diminution que subit la transpiration pendant la nuit et par des temps très humides ; c'est comme une transpiration liquide remplaçant en tout ou en partie la transpiration gazeuse ordinaire.

Cette étude fut le point de départ des recherches variées sur l'émission de l'eau liquide par les végétaux et l'on a démontré depuis que les gouttelettes d'eau qu'on voit souvent, même en l'absence de rosée, à l'extrémité ou sur les dentelures des feuilles de beaucoup de plantes sortent par les stomates après avoir été filtrées à travers tout l'organisme. Bien loin d'absorber les gouttelettes de rosée, les stomates peuvent produire, avec de l'eau venant de la plante, d'autres gouttelettes qu'il faut bien se garder de confondre avec les premières. Ainsi s'expliquent les diminutions de poids qu'avait observées parfois M. Duchartre dans son travail sur la rosée.

Mais ce Mémoire sur la Colocase devait avoir d'autres consé-

quences encore. Si l'eau peut sortir à l'état liquide par les stomates, elle en sort évidemment aussi à l'état de vapeur. Le rôle principal de ces organes, comme devaient le vérifier plus tard Boussingault et Merget, est donc de favoriser la transpiration des végétaux.

Dès lors s'expliquaient tous les faits mis en évidence dans les diverses recherches de M. Duchartre : la présence des stomates sur les parties des plantes qui sont au contact de l'air, qu'il y ait ou non de la chlorophylle, c'est-à-dire sur les parties où elles transpirent, enfin leur absence dans toutes les plantes submergées ou à la face inférieure des feuilles flottantes, c'est-à-dire sur les parties par où elles ne transpirent pas.

En dehors de ces recherches physiologiques, il est impossible de passer sous silence plusieurs Mémoires très importants relatifs à des parties toutes différentes de la science des végétaux. Telles sont les études sur les Zostéracées, plantes phanérogames qui vivent dans la mer, où l'auteur fait voir que les genres de cette famille sont nettement caractérisés par leur structure anatomique, même en l'absence de leurs fleurs ou de leurs fruits. C'était là encore un genre de recherches, peu à la mode en 1854, et que M. Duchartre contribuait à inaugurer : l'anatomie appliquée à la classification des végétaux.

Telle est aussi sa Monographie de la famille des Aristolochiées, insérée dans le Prodrome de Candolle, où il a établi dans le genre Aristoloche une division en sous-genres maintenue par les auteurs modernes, et qui, fait remarquable, coïncide avec la distribution géographique.

Enfin, il faudrait encore citer les nombreuses publications sur la Tératologie, où M. Duchartre a cherché à résoudre, par l'étude des monstruosités, divers problèmes de l'organographie.

A côté de ces travaux purement théoriques, M. Duchartre ne négligeait pas les applications de la Science, et c'est encore dans le jardin qu'il avait créé à l'Institut agronomique que furent faites, sous sa direction, les expériencee décisives sur le remède à employer pour détruire une des maladies les plus importantes de la Vigne.

L'Oïdium est un Champignon qui envahit rapidement les branches, les feuilles et les fruits de la Vigne. Il se forme sur la plante des taches caractéristiques, les feuilles deviennent coriaces

et cassantes, les fruits se dessèchent et se fendent. L'Oïdium fit son apparition en France, dans les serres des environs de Paris en 1848, et en 1851, pas un département n'était indemne.

Chargé, dès 1850, par Dumas, alors Ministre de l'Agriculture, d'une mission spéciale pour l'étude de l'Oïdium, M. Duchartre obtint les meilleurs résultats à l'aide du soufre et c'est la propagation de ce remède qui permit de combattre efficacement dans notre pays cette terrible maladie.

En 1852, l'Institut agronomique était supprimé et M. Duchartre se retrouvait sans position, avec la seule fonction, non rétribuée, d'Agrégé des Facultés des Sciences. En même temps qu'il continuait sans relâche à produire de nouveaux travaux, il dut alors reprendre sa tâche d'écrivain scientifique. Il publia seul le quatrième volume du Manuel des plantes de Jacques et Herincq, rédigea le Bulletin bibliographique de la Société botanique de France dont il était l'un des fondateurs et devint en 1857 secrétaire-rédacteur de la Société centrale d'Horticulture de France.

Cette dernière fonction, si difficile et si délicate, qui exigeait une compétence très étendue et un travail continu, M. Duchartre devait la remplir toute sa vie avec une exactitude absolue. Il sut y montrer toutes ses qualités d'esprit, tout son savoir et ce tact dont il faisait preuve dans toutes les questions personnelles. L'avant-veille de sa mort, il rédigeait encore le procès-verbal de la séance de la Société d'Horticulture.

En 1861, M. Duchartre remplaçait Payer à l'Académie des Sciences et lui succédait à la chaire de Botanique de la Sorbonne où il avait déjà suppléé Adrien de Jussieu en 1853 et où il professa pendant vingt-six ans.

Se souvenant des difficultés qu'il avait rencontrées autrefois dans sa préparation aux examens, M. Duchartre fut le premier à établir officieusement à la Faculté des Sciences, avant même la création de l'École des Hautes-Études par M. Duruy, des exercices pratiques de Botanique pour la préparation à la licence. Quand il quitta son enseignement en 1886, son activité scientifique ne se ralentit pas pour cela et il publia sans interruption de nombreuses notes ou communications. Il laisse inachevé un Mémoire remar-

quable sur la germination des Iridées auquel il était en train de travailler cette année.

M. Duchartre avait conservé les meilleures relations avec les élèves de la Sorbonne qui étaient sûrs de recevoir auprès de lui un excellent accueil. Lorsqu'un jeune travailleur arrivait chez M. Duchartre pour lui demander de présenter une Note à l'Académie, il le trouvait dans son petit cabinet de travail, toujours affable et bienveillant, prêt à lui donner ses conseils ou à réviser la rédaction de sa note dont il savait si bien faire valoir les conclusions en les exposant en séance publique.

M. Duchartre, qui a été sept fois Président de la Société botanique de France, fut encore Président de la Société nationale d'Agriculture et Président de l'Académie des Sciences.

A la Sorbonne, M. Duchartre s'était montré Professeur de premier ordre. Sa parole nette et précise, ses explications d'une grande clarté, la méthode qu'il suivait dans toutes ses leçons parvenaient à faire comprendre à tout son auditoire les questions les plus ardues de la botanique. Le cours de M. Duchartre n'était pas seulement suivi par les candidats à la licence ou par les élèves de l'École Normale ; un certain nombre de médecins, de botanistes et même de professeurs en étaient aussi les auditeurs assidus.

L'enseignement de M. Duchartre se trouve d'ailleurs admirablement exposé dans ses « Eléments de Botanique » dont le grand succès est connu de tout le monde. Parmi les nombreuses qualités de cet ouvrage, j'insisterai sur la façon dont y est traité l'historique de toutes les questions qui se rapportent à l'étude des plantes. En Sciences naturelles, les élèves, trop souvent, ne se préoccupent que des travaux les plus récents ; le cours, quand il leur est fait d'une façon didactique ou *ex professo*, peut leur rendre certainement les études plus rapides et plus précises, mais une telle manière d'enseigner ne leur laisse pas toujours assez voir quelle a été la marche des idées ayant trait à une question donnée, comment peu à peu le progrès s'est fait dans la Science et quelle part de mérite revient à un auteur plus ancien malgré les perfectionnements nouveaux apportés à ses découvertes. En Physique et en Chimie, l'histoire des méthodes a toujours

occupé une place beaucoup plus grande. Sans vouloir pousser les choses à l'extrême en introduisant l'histoire de la Science dans les livres les plus élémentaires, il est certain qu'exposer l'enchaînement des recherches successives qui se rapportent à un même sujet de leçons peut en éclairer le développement d'un jour inattendu.

L'ensemble des travaux de M. Duchartre que nous venons de passer trop rapidement en revue, offre du reste un exemple de cette marche progressive qu'il faut connaître pour bien comprendre comment se sont posés les problèmes de la Science. C'est en se replaçant successivement aux diverses époques de la carrière de ce savant, qu'on peut juger réellement de la valeur de son œuvre. Nous avons vu ainsi que beaucoup de ses travaux ont servi de point de départ aux recherches d'autres botanistes sur l'organogénie, l'anatomie, la physiologie et la pathologie végétales.

J'ai essayé dans cette leçon de retracer à grands traits la carrière scientifique de M. Duchartre, mais ce que je ne saurais assez dire c'est qu'une modestie parfaite a été la caractéristique de cette vie qui peut être donnée à tous comme un exemple du devoir accompli et du travail opiniâtre et persévérant.

LISTE DES TRAVAUX DE M. DUCHARTRE

1. — Flore pyrénéenne. Choix de plantes remarquables des Pyrénées publiées en échantillons secs, avec synonymie, notes critiques, etc. 9 fascicules de 20 espèces chacun, à partir de mars 1836.

2. — Observations sur les *Saxifraga stellaris* et *Clusii* (Ann. des Sc. natur., 2e série, vol. V, 1836, p. 248).

3. — Essai sur le développement soit relatif, soit absolu des organes floraux. Toulouse, 1840, in-8° de 46 p. et 2 pl. (Thèse de Botanique pour le doctorat ès-Sciences naturelles).

4. — Observations sur le *Trochus Lessonii* Blainv. et sur son Anatomie. Toulouse, 1840 (Thèse de Zoologie pour le doctorat ès-Sciences naturelles).

5. — Observations sur quelques parties de la fleur dans le *Dipsacus*

silvestris et dans l'*Helianthus annuus* (Ann. sc. nat., 2e série, t. XVI, 1841, p. 222, pl. XIII).

6. — Observations sur la fleur et plus particulièrement sur l'ovaire de l'*Œnothera suaveolens*. (Ann. sc. nat., 2e série, t. XVIII, 1842, p. 339, pl. XI et XII).

7. — Observations anatomiques et organogéniques sur la Clandestine d'Europe (*Læthræa Clandestina* L.). Mém. présenté à l'Académie des sciences, le 18 décembre 1843 (Recueil des savants étrangers, 1847, vol. X, 118 p. et 8 pl.).

8. — Observations sur la Clandestine d'Europe (Ann. des sc. nat., 2e série, t. XX, 1843, p. 145).

9. — Observations sur l'organogénie de la fleur, et en particulier de l'ovaire chez les plantes à placenta central libre. Mémoire présenté à l'Académie des sc., le 10 juin 1844 (Ann. des sc. nat., 3e série, II, 1844, p. 279, pl. 7 et 8).

10. — Mémoire sur la géographie botanique des environs de Béziers (Hérault) présenté à l'Acad. des sciences, le 12 février 1844. Mémoire inédit ; un long extrait a été inséré dans les *Comptes-rendus*, t. XVIII, p. 254-259.

11. — Note sur deux faits de tératologie végétale (Ann. des sc. nat., 3e série, t. I, 1844, p. 292-297).

12. — Observations sur l'organogénie de la fleur dans les plantes de la famille des Malvacées. Mémoire présenté à l'Académie des sciences en abrégé et partiellement le 18 mars 1844, dans son entier, le 10 février 1845. (Ann. sc. nat., 3e série, IV, 1845, p. 123, pl. 6, 7 et 8).

13. — Note sur l'Anatomie de l'*Orobanche Eryngii* Vauch. (Ann. des scienc. nat., 3e série, t. IV, 1845, p. 74).

14. — Note sur l'*Hypopitys multiflora* Scop. (Rev. bot. 2e ann. 1846, p. 5).

15. — Observations sur l'organogénie florale des Caryophyllées (Rev. bot., 2e année, 1847, p. 213-235).

16. — Note sur une monstruosité de *Narcissus* (*Corbularia*) *tubæformis* Durieu (Rev. bot., 2e ann. 1847, p. 547-553).

17. — Observations sur l'organogénie florale et sur l'embryogénie des Nyctaginées, lues à l'Académie des sciences le 10 avril 1848. (Ann. sc. nat., 3e série, t. IX, 1848, p. 263, pl. 16-19).

18. — Mémoire sur les embryons qui ont été décrits comme polycotylés (Ann. des sc. nat., 3e série, t. X, 1848, pp. 207-237, pl. 7, 8, 9 et 10).

19. — Rapport sur le moyen de combattre le Champignon qui attaque les Vignes (Moniteur universel, n° du 9 septembre 1850 ; Annales agronomiques, cahier de février 1851, p. 173).

20. — Sur une maladie des Reines-Marguerites. Communication faite à la Société philomathique (Institut, n° du 30 décembre 1852).

21. — Note sur des feuilles ramifères de Tomates, lue à l'Académie des sciences, le 13 novembre 1852 (Ann. sc. nat., 3e série, t. XIX, 1853, p. 141, pl. 14.

22. — Expériences sur la germination des céréales récoltées avant leur maturité. Mémoire lu à l'Académie des sciences, le 27 octobre 1852, (Journ. d'Agric. pratique, n° du 5 mars 1853).

23. — Sur une maladie du Froment (Ann. agronomiques, II, p. 572).

24. — Sur une monstruosité du Maïs. Communication faite à la Société philomathique (Institut du 9 mars 1853).

25. — Observations sur l'organogénie florale de l'Aristoloche Clématite, présentées à l'Académie des sciences le 10 octobre 1853, avec planches dessinées par l'auteur.

26. — Observations sur la végétation et la structure anatomique de l'*Apios tuberosa* Mœnch. Mémoire lu à l'Académie des sciences le 21 novembre 1853, et accompagné de 12 pl. dessinées par l'auteur.

27. — Monographie de la famille des Aristolochées, 1re partie comprenant le tableau méthodique du genre Aristoloche et sa division en sous-genres naturels, la description et l'illustration d'un genre nouveau, celles d'un grand nombre d'espèces nouvelles d'Aristoloches, et l'analyse d'environ 60 espèces déjà connues appartenant au même genre. Mémoire accompagné de 55 planches dessinées par l'auteur, présenté à l'Académie des sciences le 16 janvier 1854. Texte publié dans les Ann. des sc. nat., 4e série, II, 1854, p. 29-76, sous le titre suivant : Tentamen methodicæ divisionis generis *Aristolochia*, additis descriptionibus complurium novarum specierum novique generis *Holostylis*.

28. — Recherches sur la végétation et la structure anatomique des Aristolochiées. Mémoire présenté à l'Académie des sciences en juin 1854, avec 29 pl. in-4 dessinées par l'auteur.

29. — Sur les prétendues stipules des Aristoloches (Bull. Soc. bot. Fr., 1854, p. 56).

30. — Expériences sur les boutures droites et renversées (Bull. Soc. bot. Fr., 1854, p. 174).

31. — Note sur l'Igname Batate (Bull. Soc. bot. Fr., 1854, p. 200).

32. — Études sur les Zostéracées ; 1er mémoire relatif au genre *Zostera* L., lu à l'Académie des sciences, le 20 novembre 1854, accompagné de 19 planches dessinées par l'auteur.

33. — Études sur les Zostéracées ; 2e mémoire relatif aux genres *Thalassia* Solan., Kœn., *Cymodocea* Kœn., *Posidonia* Kœn., présenté à l'Académie des sciences, le 27 novembre 1854, accompagné de 20 pl. dessinées par l'auteur.

34. — Quelques mots sur la fécondation chez la Vallisnérie (Bull. Soc. bot. Fr., 1885, p. 289).

35. — Recherches expérimentales sur la respiration des plantes. Mémoire lu à l'Académie des sciences, le 14 Janvier 1856.

36. — Recherches expérimentales sur les rapports des plantes avec l'humidité atmosphérique (Mémoire présenté à l'Académie des sciences le 3 mars 1856).

37. — Expériences sur la végétation des plantes en vases clos et à la lumière (Note lue à la Société philomathique le 1er mars 1856, imprimée dans le journal l'Institut, n° du 12 mars 1856).

38. — Expériences sur la végétation des plantes épiphytes et conséquences qui en découlent relativement à la culture de ces plantes. (Journ. de la Soc. imp. et cent. d'Horticulture, 1856, p. 67).

39. — Expériences sur l'absorption de l'eau par les feuilles, au contact (Bull. Soc. bot. Fr., 1856, p. 221).

40. — Note sur des fleurs monstrueuses de *Veronica Teucrium* L. (Bull. Soc. bot. Fr., 1856, p. 355).

41. — Influence de l'humidité sur la direction des racines (Bull. Soc. bot. Fr., 1855, p. 383).

42. — Sur une soudure de deux rameaux de Vigne (Bull. Soc. bot. Fr., 1856, p. 404.

43. — Note sur une feuille monstrueuse de Tilleul suivie de quelques considérations sur les feuilles peltées (Bull. Soc. bot. Fr., 1857, p. 267).

44. — Note sur quelques monstruosités de *Tulipa Gesneriana* (Ann. sc. nat., 4e série, VII, 1857, pp. 45-55, pl. 2 et 3. Par extrait dans Bull. Soc. bot. Fr., 1857, p. 509).

45. — Manuel général des plantes, 4e vol., grand in-18 à 2 colonnes de 1049 pages. Paris, 1857.

46. — Observations sur la transpiration des plantes pendant la nuit (Bull. Soc. bot. Fr., 1857, p. 77).

47. — Observations sur la fanaison des plantes et sur les causes qui la déterminent (Journ. de la Soc. imp. et cent. d'Hort., 1857, p. 77).

48. — Note sur l'*Eucharis grandiflora* Var. *amazonica* Dtre. (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Horticulture, 1857, p. 373, avec une planche coloriée).

49. — Note sur la vitalité des parties souterraines de l'Igname de Chine ou Igname Batate (*Dioscorea Batatas* Dene.) (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Horticult., 1857, p. 416).

50. — Recherches expérimentales sur les rapports des plantes avec la rosée (Mémoire lu à l'Académie des sciences le 1er février 1858, publié en extrait dans le Bulletin de la Soc. bot. de Fr. 1857, p. 940, et imprimé dans les Ann. des sc. natur., 4e série, t. XV, 1861).

51. — Note sur le *Dioscorea Batatas* Dene. (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hortic., 1858, p. 465, avec une planche coloriée).

52. — Recherches expérimentales sur la transpiration des plantes dans les milieux humides (Bull. Soc. bot. Fr., 1858, p. 105).

53. — Note sur une monstruosité de Rose (Bull. Soc. bot. Fr., 1858, p. 341).

54. — Recherches physiologiques anatomiques et organogéniques sur la Colocase des anciens, *Colocasia antiquorum* Schott (Ann. sc. nat., 4e série, t. XII, 1859, 232, pl. 17-20).

55. — Note sur une Crucifère à siliques comestibles récemment

introduite en France (Journal de la Soc. imp. et centr. d'Hortic., 1859, p. 57).

56. — Sur le *Vanilla lutescens* Moq.-Tand. (Journ. de la Soc. imp. et cent. d'Hort., 1859, p. 97, avec une pl. coloriée).

57. — Quelques observations sur les raisins soufrés et brûlés au soleil (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1859, p. 477).

58. — Sur l'*Himantophyllum miniatum* Hook. (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1859, p. 625, avec une planche coloriée).

59. — Note sur un hybride de deux espèces d'*Himantophyllum* (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hortic., 1859, p. 758.

60. — Note sur une monstruosité de *Lilium Brownii* (Bull. Soc. Bot. Fr., VI, 1859, p. 467).

61. — Note sur deux fleurs monstrueuses de *Cattleya Forbesii* Lindl. (Bull. Soc. bot. Fr., VIII, 1860, p. 25).

62, 63. — L'eau de la pluie qui mouille et lave les organes extérieurs des plantes est-elle absorbée directement ? Recherches expérimentales sur cette question (Bull. Soc. bot. Fr., 1860, p. 86). — Note sur cette question : L'eau de la pluie qui mouille et lave les organes extérieurs des plantes est-elle absorbée directement (C. R. Acad. sc., 1860, p. 359).

64. — Note sur une monstruosité de *Delphinium Ajacis* (Bull. Soc. bot. Fr., 1860, p. 483).

65-66. — Note sur le Pyrètre vulgairement nommé Pyrèthre du Caucase (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1859, p. 206, avec 2 pl. gravées sur bois). — Note supplémentaire sur le Pyrètre dit sur Caucase (Ibid. VI, 1860, p. 673).

67. — Examen physiologique des cultures forcées de Lilas de M. Laurent (Journ. Soc. imp. et centr. d'Hort., 1860, p. 272).

68. — Sur le Lilas blanchi par la culture forcée (Bull. Soc. bot. Fr., 1860, p. 152).

69. — Sur le *Cattleya Trianæi* Lind. (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1860, p. 369, avec une pl. coloriée).

70. — Sur le *Rogiera latifolia* (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1860, p. 705, avec une pl. coloriée).

71. — Observations physiologiques et anatomiques sur la Colocase des anciens (*Colocasia antiquorum* Schott) (C. R. Acad. Sc., 1860, p. 847).

72. — Sur une particularité de la végétation de la Pomme de terre Marjolin (Bull. Soc. bot. Fr., 1860, p. 456).

73. — Sur une Tulipe à tige tripartite (Bull. Soc. bot. Fr., 1860, p. 462).

74. — Sur la découverte du *Cymodocea æquorea* sur les côtes de Provence (Bull. Soc. bot. Fr., 1860, p. 888).

75. — Notice sur la vie et les travaux de M. Louis Vilmorin (Journ. de la Soc. imp. et cent. d'Hort., VI, 1860, p. 448).

76. — Note sur l'*Erythrina* (hybr.) *Marie-Bellanger* (Journ. de la Soc. imp. et cent. d'Hort., 1861, p. 81, avec une pl. coloriée).

77. — Note sur trois Lis à longues fleurs (Journ. de la Soc. imp. et cent. d'Hort., 1861, p. 459).

78. — Potentilles à fleurs doubles (Lemoine) ; 4 variétés (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1861, p. 577, avec une pl. color.).

79. — Sur deux particularités observées dans une Jacinthe (Bull. Soc. bot. Fr., 1861, p. 158).

80. — Sur une feuille monstrueuse de *Begonia* (Bull. Soc. bot. Fr., 1861, p. 298).

81. — Note sur trois fleurs monstrueuses (*Rosa*, *Iris*, *Solanum*) (Bull. Soc. bot. Fr., p. 450).

82. — Sur la sécrétion salée du *Tamarix gallica* au bord de la mer (Bull. Soc. bot. Fr., 1861, p. 514).

83. — Floraison et fécondation de l'*Agave potatorum* (Bull. Soc. bot. Fr., 1861, p. 629).

84. — Note sur l'*Oncidium splendidum* (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1862, p. 49).

85. — Sur le *Phalænopsis Schilleriana* Rchb. fil. (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1862, p. 609, avec une pl. coloriée).

86. — Note sur deux Orchidées. (Bull. Soc. bot. Fr., 1862, p. 30).

87. — Sur le polymorphisme de la fleur chez quelques Orchidées (Bull. Soc. bot. Fr., 1862, p. 113).

88. — Sur un cas remarquable de gélivure (Bull. Soc. bot. Fr., 1862, p. 289).

89. — Sur un cas de grossissement sans fécondation des ovules du *Cycas revoluta* (Bull. Soc. bot. Fr., 1862, p. 531).

90. — Sur les Orangers cultivés en pleine terre et sans abri à Roquebrun (Hérault) (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1863, p. 270).

91. — Note relative à l'*Amaryllis procera* (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1863, p. 77).

92. — Sur l'*Amaryllis procera* Dctre. (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1863, p. 425, avec une pl. coloriée).

93. — Sur une espèce nouvelle d'*Amaryllis* du Brésil (Bull. Soc. bot. Fr., 1863, p. 74).

94. — Expériences sur la décoloration des fleurs du *Syringa vulgaris* L. dans la culture en serre (Bull. Soc. bot. Fr., 1863, p. 74).

95. — Expériences sur la décoloration des fleurs du Lilas (*Syringa vulgaris* L.) dans la culture forcée (C. R. Acad. Sc., 1863, p. 939).

96. — *Aristolochiaceæ* (Prodomus systematis naturalis regni vegetabilis, vol. XV, 1^re^ partie, 1864, p. 421).

97. — Observations sur la rusticité de plusieurs Lis (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1864, p. 410).

98. — Sur des fécondations croisées de la Vigne (Bull. Soc. bot. Fr., 1865, p. 69).

99. — Sur le développement des boutures courtes de la Vigne (Bull. Soc. bot. Fr., 1865, p. 100).

100, 101. — Expériences sur le développement individuel des bourgeons dans la Vigne (Bull. Soc. bot. Fr., 1865, p. 246 et Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1865, p. 287).

102. — Sur le Chasselas panaché (Bull. Soc. bot. Fr., 1865, p. 333).

103. — Note sur le Chasselas panaché (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1895, p. 597).

104. — Influence de la lumière sur l'enroulement des tiges (Bull. Soc. bot. Fr., 1865, p. 436).

105. — Éléments de botanique comprenant l'anatomie, l'organographie, la physiologie des plantes, les familles naturelles et la géographie botanique avec 500 fig. dessinées d'après nature par A. Riocreux et intercalées dans le texte. Paris, 1866. — 2e édition revue et corrigée, avec 530 fig., 1876-1877. — 3me édition revue et corigée, avec 571 fig., 1884-1885.

106. — Expériences relatives à l'influence de la lumière sur l'enroulement des tiges (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1865, p. 723).

107-109. — Observations sur l'accroissement de quelques plantes pendant le jour et pendant la nuit (Bull. Soc. bot. Fr., 1866, p. 254 ; Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1866, p. 212 ; C. R. Acad. Sc., 1866, p. 815).

110. — La décomposition de l'acide carbonique par les feuilles n'est pas en rapport direct avec les stomates (C. R. Acad. Sc., 1866, p. 854).

111-113. — Expériences sur la végétation d'une Broméliacée sans racine (Bull. Soc. bot. Fr., 1868, p. 111 ; Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1868, p. 546 ; C. R. Acad. Sc., 1868, p. 775).

114. — Rapport sur les progrès de la Botanique physiologique. Publication faite sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Paris, Imprim. impér., 1868, gr. in-8.

115. — Sur un bolide observé à Brienz (Suisse), dans la soirée du 4 septembre (C. R. Acad. Sc., 1868, p. 547).

116. — Quelques remarques sur la théorie de l'extinction par vieillesse des variétés de fruits (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1869, p. 67).

117. — Note sur un cas de formation de racines adventives intérieures (Bull. Soc. bot. Fr., 1869, p. 26).

118. — Sur une particularité observée dans l'*Œnanthe crocata* L. (Bull. Soc. bot. Fr., 1869, 363).

119. — Observations sur le retournement des Champignons (C. R. Acad. Sc., 1870, p. 776).

120. — Inoculation de la panachure par la greffe ; exposé historique (Journ. de la Soc. imp. et centr. d'Hort., 1870, p. 117).

121. — Observations sur le genre Lis (*Lilium* Tourn.), à propos du

catalogue de la collection de ces plantes qui a été formée par M. Max Leichtlin, de Carlsruhe (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1870, p. 212, 274, 341, 472, 542, et 1871, p. 39, 87, 265, 318).

122. — Note sur l'état actuel de nos connaissances relativement au genre Lis (*Lilium* Tourn.) et sur la distribution géographique des espèces qui le composent (C. R. Acad. Sc., 1871, p. 551).

123, 124. — Observations sur une monstruosité de la fleur du Violier (*Cheiranthus Cheiri* L.) (C. R. Acad. Sc., 1871, p. 714 ; Ann. des Sc. natur., 5e série, t. XIII, 1870).

125. — Expériences du général américain Pleasonton, relatives à l'influence de la lumière bleue ou violette sur la végétation ; réflexions sur ces expériences (Journ. de la Soc. cent. d'Hort. Fr., 1871, p. 515).

126. — Froid qu'ont supporté des Oignons de Lis (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1872, p. 107).

127. — Observations sur le bulbe du *Lilium Thomsonianum* Lindl. et sur sa multiplication par caïeux (C. R. Acad. Sc., 1872, p. 601).

128. — Observations sur l'Oignon du *Lilium Thomsonianum* (Journ. Soc. cent. d'Hort., 1872, p. 472).

129. — Structure et multiplication de l'Oignon du *Lilium Thomsonianum* Lindl. (Bull. Soc. bot. Fr. 1872, p. 187).

130. — Observations sur les bulbes des Lis (*Lilium* Tourn.). — Premier mémoire relatif au *Lilium Thomsonianum* Lindl. (Ann. des Sc. nat., 5me série, t. XVI, 1872). — Deuxième mémoire relatif au sous-genre *Cardiocrinum* End. (Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, t. XIV, 1875).

131. — Quelques mots sur la germination du *Delphinium nudicaule* (Bull. Soc. bot. Fr., 1872, p. 183).

132. - Sur les caractères anatomiques des *Zostera* et *Cymodocea* (Bull. Soc. bot. Fr., 1872, p. 289).

133. — Qu'est-ce qu'un Poireau qui oignonne ? Réponse à cette question (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1872, p. 538).

134. — Sur le *Zostera marina* (Bull. Soc. bot. Fr., 1873, p. 161).

135. — Note sur le *Lilium speciosum Kraetzeri* (Journ. de la Soc. cent. d'Hort., 1873, p. 536).

136. — Note sur le *Lilium Thunbergianum erianthum* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1873, p. 326).

137. — Variation de couleur de certaines fleurs (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1873, p. 493).

138. — Note relative à des graines stériles d'*Encephalartos Altenstenii* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1874, p. 711).

139. — Observations sur la germination et sur la formation première de l'oignon chez diverses espèces de Lis (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1874, p. 554).

140. — Résultats généraux d'observations sur la germination et les premiers développements de divers Lis (C. R. Acad. Sc., 1874. p. 965).

141. — Remarques sur l'interprétation de deux tableaux d'analyses chimiques (C. R. Acad. Sc., 1875, p. 915).

142. — Quelques réflexions à propos de la formation du sucre dans la Betterave (C. R. Acad. Sc., 1875, p. 1065).

143. — Une visite de deux heures à l'Isola Bella, sur le lac Majeur (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., IX, 1875, p. 46).

144. — Dernières réflexions au sujet de la production des matières saccharoïdes dans les végétaux (C. R. Acad. sc., 1876, p. 30).

145-146. — Notice sur M. Brongniart (Ad.) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1876, p. 85). — Discours prononcé le 21 février 1876 sur la tombe de M. Adolphe Brongniart, au nom de l'Acad. des Sciences (Bull. de la Soc. bot. Fr., 1876).

147. — Note sur quelques tubercules axillaires de *Begonia* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., X, 1876, p. 709).

148. — Rapport sur le projet de création d'un jardin d'acclimatation à Cannes (Alpes-Maritimes) (Bull. mens. de la Soc. d'acclimatation, t. III, 1876, p. 65).

149. — Note sur des bourgeons axillaires de *Begonia* (Bull. Soc. bot. Fr. 1877, p. 93).

150. — Note sur un fait de végétation du *Lilium neilgherrense* R., Wight (Bull. Soc. bot. Fr., 1877, p. 183).

151. — Observations sur les fleurs doubles des Lis, et plus particulièrement sur celles du *Lilium tigrinum* Gawl. (Bull. Soc. bot. Fr., 1877, p. 389).

152. — Organisation des fleurs doubles, à propos du *Lilium tigrinum* flore pleno (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1877, p. 643).

153. — Fleurs doubles du *Lilium tigrinum* et des Lis en général (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1878, p. 104).

154. — Note sur deux monstruosités de *Crocus* (Bull. Soc. bot. Fr., 1878, p. 233).

155. — Note sur les idées de M. Meehan relativement au fendillement des poires (Journ. Soc. centr. Hort., 1878, p. 216).

156. — Note sur la situation des bulbilles chez le *Begonia discolor* R. Br. (Bull. Soc. bot. Fr., 1879, p. 202).

157. — Note sur des fleurs monstrueuses de Grenadier (*Punica Granatum*) L. (Bull. Soc. bot. Fr., 1879, p. 215).

158. — Quelques mots de réponse à un article publié dans le Dictionnaire de Botanique de M. H. Baillon (Bull. Soc. bot. Fr., 1879, p. 328.)

159. — Note sur des Safrans à fleur monstrueuse (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1879, p. 171).

160. — Note sur le Blanc de Champignon de semis (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1879, p. 67).

161, 162. — Note sur une poire monstrueuse (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1879, p. 747 ; Bull. Soc. bot. Fr., 1880, p. 8).

163. — Observations sur des Marronniers hâtifs (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1879, p. 568).

164. — Observations sur les fleurs doubles des Bégonias tubéreux (Bull. Soc. bot. Fr., 1880, p. 134; Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1880, p. 434).

165. — Végétation de quelques Marronniers hâtifs en 1879 et 1880 (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1880, p. 492).

166. — Notice sur le Jardin d'essai ou du Hamma, près d'Alger (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1880, p. 290).

167. — Époques de végétation pour un arbre en 1879 et en 1880 (C. R. Acad. Sc., 1880, p. 22).

168. — Rapport sur l'hiver de 1879-1880 et ses effets (Journ. de la Soc. centr. d'Hort. : 1re partie, 1880, p. 678; 2e partie, 1881, p. 89).

169. — Note sur des feuilles ramifères de Chou (Bull. Soc. bot. Fr., 1881, p. 256).

170. — Discours prononcé aux funérailles de M. Decaisne (C. R. Acad. Sc., 1882, I, p. 369).

171. — Instruction pour la mission au cap Horn. (C. R. Acad. Sc., 1882, I, p. 1567).

172. — Note sur des caïeux pédiculés de *Tulipa Gesneriana* L. (Bull. Soc. bot. Fr., 1882, p. 153).

173. — Quelques observations relativement à l'influence de la maturation du raisin (Bull. Soc. bot. Fr., 1882, p. 332).

174. — Hybrides (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1882, p. 87).

175. — Hybridation des *Mirabilis* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1882, p. 150).

176. — Rapport de la vapeur d'eau avec les épiphytes (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1882, p. 362).

177. — Fleurs de *Gaillardia Lorenziana* (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1882, p. 413).

178. — Note sur des fleurs doubles d'*Antirrhinum majus* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1882, p. 431).

179. — Fleurs doubles de Bégonias tubéreux (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort. 1882, p. 546).

180. — Influence de la température sur l'épanouissement et la fermeture des fleurs de *Crocus* (Bull. Soc. bot. Fr., 1883, p. 64).

181. — Organisation de Cinéraires doubles (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1883, p. 311).

182. — Sur une fleur semi-double de *Nægelia* (Bull. Soc. bot. Fr., 1883, p. 286).

183. — Organisation de la fleur du *Nægelia Madame Heine* (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1883, p. 690).

184. — Fleur double d'un *Bouvardia* (Bull. Soc. bot. Fr., 1884, p. 385).

185. — Fleurs doubles du *Bouvardia leiantha* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1884, p. 658).

186. — Observations sur la *Begonia socrotana* D. Hook. (Bull. Soc. Fr., 1885, p. 58).

187. — Note sur le *Begonia socrotana* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1885, p. 98).

188. — Influence de la sécheresse sur la végétation et la structure de l'Igname de Chine (Bull. Soc. bot. Fr., 1885, p. 156).

189. — Germination du *Welwistschia* (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort, 1885, p. 137).

190. — Organisation du Céleri Scarole (Journ. de la Soc. cent. d'Hort., 1885, p, 684).

191. — L'œuvre botanique de M. Charles-Edmond Boissier (C. R. Acad. Sc., 1885, II, p. 682).

192. — Notice sur M. L. R. Tulasne et sur son œuvre botanique (C. R. Acad. S., 1885, II, p. 1438).

193. — Observation sur les vrilles des Cucurbitacées (Bull Soc. bot. Fr., 1886, p. 10, 157).

194. — Monstruosités de la Primevère des jardins (Bull. Soc. bot. Fr., 1886, p. 197).

195. — Note sur un Bégonia qui produit des inflorescences épiphylles (Bull. Soc. bot. Fr., 1889, p. 86).

196. — Note sur le *Begonia Ameliæ* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1886, p. 153).

197. — Bois du *Phytolacca dioica* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1886, p. 228).

198. — Sur une Rose prolifère (note) (Jour. de la Soc. centr. d'Hort., 1886, p. 470).

199. — Note sur deux Roses prolifères (Bull. Soc. bot. Fr., 1887, p. 46).

200, 201. — Note sur un Bégonia phyllomane (Bull. Soc. bot. Fr., 1887, p. 182 ; Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1887, p. 279).

202. — Observations sur le *Pinguicula caudata* Schlecht (Bull. Soc. bot. Fr., 1887, p. 205).

203. — Observations sur la Grassette à long éperon *(Pinguicula caudata)* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1887, p. 421, 486).

204. — Note sur les usages du *Musa Ensete* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1887, p. 242).

205. — Note relative au Rosier hybride *Madame Bruant* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1887, p. 555).

206. — Note sur des fleurs hermaphrodites de Bégonia (Journ de la Soc. Centr. d'Hort. 1887, p. 804).

207. — Organisation de la fleur dans les variétés cultivées du *Delphinium elatum* L. (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 85).

208. — Sur des fleurs hermaphrodites de Bégonia (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 151).

209. — Sur la culture des Morilles (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 242).

210. — Note sur l'enracinement de l'albumen d'un *Cycas* (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 243).

211. — Note sur un cas d'abolition du géotropisme (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p. 266).

212, 213. — Fleurs prolifères de Bégonias tubéreux (Bull. Soc. bot. Fr., 1888, p 309 ; Journ. de la Soc. cent. d'Hort., X, 1888, p. 392).

214. — Remplacement des étamines par des carpelles chez le *Sedum anglicum* (Bull. Soc. bot. Fr. 1888, p. 368).

215. — Histoire des noms *Clivia* et *Himantophyllum* (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1888, p. 151).

216. — Parasites des Orangers et des Citronniers (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort. 1888, p. 301).

217. — Quelques observations sur la floraison du *Tigridia pavonia* (Journ. de la Soc. cent. d'Hort., 1888, p. 411).

218. — Chloranthie de Bégonia tubéreux (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1888, p. 454).

219. — Tableau du genre *Dieffenbachia* (note) (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1888, p. 579).

220. — Note sur les *Freesia* (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1889, p. 171).

221. — Sur le *Vriezea* × *Mariæ* And. (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1889, p. 577, avec une pl. coloriée).

222. — Examen des dépôts formés sur des radicelles de végétaux (Orangers et Grenadiers), par des matières provenant de l'eau séléniteuse qui avait servi pour les arroser (Bull. Soc. bot. Fr., 1890, p. 48).

223. — Fleurs monstrueuses de *Cattleya* (Bull. Soc. bot. Fr., 1890, p. 150).

224. — Sur la production de caïeux épiphylles chez le *Lilium auratum* (Bull. Soc. bot. Fr., 1890, p. 234).

225. — Sur une concrétion déterminée par des racines (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1890, p. 154).

226. — Remarques sur les plantes dites carnivores (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1890, p. 582).

227. — Note sur les ovaires infères et plus particulièrement sur celui des Pomacées (Bull. Soc. bot. Fr., 1891, p. 28).

228. — Observations sur un pied de Safran cultivé par M. Chappellier (Bull. Soc. bot. Fr., 1891, p. 326).

229. — Observations sur le *Freesia refracta* (Journ. de la Soc. cent. d'Hort., 1891, p. 152, 215).

230. — Note sur les Cyclamens à fleurs semi-doubles (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1891, p. 288).

231. — Réflexions et expériences sur l'absorption de l'eau par les feuilles (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1891, p. 407, 454).

232. — Note sur une monstruosité de *Physostegia virginiana* Benth. (Bull. Soc. bot. Fr., 1892, p. 120).

233. — Note sur des feuilles de *Senecio sagittifolius* Baker (Bull. Soc. bot. Fr., 1892, p. 83). (En collaboration avec M. H. Duchartre).

234. — Observations sur les feuilles ensiformes des Iridées (Journ. de la Soc. centr. d'Hort., 1892, p. 556, 618).

235. — Note sur les aiguillons du *Rosa sericea* Lindl (Revue générale de Botanique, 1893, p. 5).

236. — Nouvelles observations sur les aiguillons du *Rosa sericea* Lindl. (Bull. Soc. bot. Fr., 1893, p. 104).

237, 238. — Éloge d'Alphonse de Candolle (Bull. Soc. bot. Fr., 1893, p. 216). — Note sur M. Alphonse de Candolle (C. R. Acad. Sc., 1893, II, p. 734).

239. — Monstruosité foliaire et florale d'une Clématite (Bull. Soc. bot. Fr., 1893, p. 257).

240. — Note sur des fleurs soudées d'un Bégonia tubéreux (Bull. Soc. bot. Fr., 1894, p. 242).

Nota. — On n'a pas inscrit dans cette liste les nombreux articles ou comptes-rendus de M. Duchartre, insérés dans le Dictionnaire universel d'Histoire naturelle de d'Orbigny, l'Encyclopédie du XIX[e] siècle, le complément de l'Encyclopédie moderne, l'Encyclopédie de l'Agriculteur, la Revue botaniqne de Delessert, la Revue bibliographique du Bulletin de la Société Botanique de France, le Journal de la Société d'Horticulture, etc.

LES PLANTES ARCTIQUES

COMPARÉES AUX MÊMES ESPÈCES DES ALPES ET DES PYRÉNÉES

par M. Gaston BONNIER.

I. — Introduction.

Je me propose, dans ce travail, de comparer la structure des plantes de la même espèce, les unes récoltées dans la région arctique du Nord de l'Europe, les autres recueillies aux plus hautes altitudes des Alpes ou des Pyrénées. J'ai essayé, en outre, de rapporter les variations observées à des causes connues, puis de vérifier sur ces mêmes plantes l'effet de l'une ou de l'autre de ces causes agissant isolément.

M. Charles Rabot, auquel j'adresse ici tous mes remerciements, ayant bien voulu récolter pour moi, en 1892, un nombre suffisant de plantes arctiques conservées dans l'alcool, j'ai recueilli et conservé de la même manière des échantillons pris dans la région supérieure des Alpes ou des Pyrénées et appartenant aux mêmes espèces. Prenant comme point de départ les échantillons récoltés par M. Rabot, j'ai choisi dans les hautes régions des montagnes des échantillons comparables au point de vue du développement. J'ai pu avoir ainsi à ma disposition des individus assez nombreux d'une vingtaine de phanérogames appartenant aux familles les plus différentes, et qui se trouvent à la fois dans la flore arctique et dans la flore alpine. Enfin j'ai pu opérer expérimentalement sur quelques-unes de ces plantes en essayant de ne faire varier autant que possible qu'une cause à la fois.

Si l'on considère une espèce donnée, commune à ces deux flores, on sera frappé, comme Ramond l'a fait remarquer le premier, des conditions différentes dans lesquelles se trouvent placés

les représentants arctiques de cette espèce et ses représentants alpins.

Au point de vue de la somme des températures utiles, si l'on compare les végétaux arctiques à ceux qui croissent vers les plus hautes altitudes où ils puissent vivre, les plantes de la même espèce peuvent se trouver dans des conditions analogues. Par exemple, il en sera ainsi si l'on compare les plantes arctiques à celles du « jardin » de la mer de glace. C'est ce qu'a fait remarquer Charles Martins quand il dit : « Je ne connais pas dans les » Alpes de localité qui rappelle mieux le Spitzberg que le grand » cirque de névés, appendice de la Mer de glace, au milieu duquel » se trouve la pelouse bien connue sous le nom de Courtil ou » Jardin ».

Au point de vue de l'humidité du sol, on trouve de part et d'autre des plantes croissant dans un sol très humide, bien que certaines différences puissent être notées à ce sujet. Mais, en considérant l'humidité de l'air et le mode d'éclairement, on constate une remarquable inégalité dans les conditions que peut présenter, pour la même espèce, le milieu physique extérieur.

En effet, à mesure qu'on s'élève dans les hautes régions des Alpes, l'air devient de plus en plus sec, tandis qu'à mesure qu'on atteint les latitudes de plus en plus élevées, l'air devient en général de plus en plus humide. D'autre part, tandis que les plantes alpines sont soumises à un éclairement alternatif, très vif pendant la journée et nul à minuit, dans une atmosphère ordinairement dépourvue de brumes, les plantes arctiques sont exposées à une lumière incessante peu intense, au milieu d'un brouillard presque continuel.

Voici les renseignements sur les conditions physiques au milieu desquelles se trouvent les plantes à l'île Jan Mayen et au Spitzberg, d'après la mission austro-hongroise de 1882-1883 et d'après les renseignements que M. Charles Rabot a bien voulu me faire parvenir directement, à la suite de ses observations en 1882 et en 1892.

1° *Ile Jan Mayen.* — L'île Jan Mayen se trouve au Nord-Est de l'Islande par le 71° de latitude nord, à peu près à égale distance de l'Islande et du Groënland. C'est une île très longue et très étroite et les plantes que j'ai eues à ma disposition proviennent de

la partie sud de l'île ; elles ont été récoltées à une distance de la plage qui ne dépasse pas un kilomètre. Le sol y est entièrement constitué par des roches éruptives modernes.

L'île Jan Mayen, qui est située à la limite des eaux chaudes du Gulf-Stream et du courant polaire froid qui descend le long de la côte orientale du Groënland, a un climat très humide. Voici, d'après la mission austro-hongroise du réseau international en 1882-1883, les chiffres relatifs à l'humidité de l'air :

Ile Jan Mayen

	HUMIDITÉ DE L'AIR	
	absolue	relative
	—	—
Août	5,38	93,0
Septembre	4,79	89,7
Octobre	5,00	92,5
Novembre	3,62	85.2
Décembre	2,41	91,2
Janvier	2,91	91.8
Février	3,24	88,8
Mars	1,93	82,7
Avril	3,35	86,0
Mai	3,69	86,8
Juin	4,91	92,5
Juillet	5,44	91,4

L'éclairement y est continu, mais non très intense; la lumière filtrant à travers des brumes presque continuelles donne un jour blafard qui éclaire les plantes sans interruption, pendant toute la durée de leur végétation.

« Du commencement d'août 1882 à la fin de juillet 1883, » dit le commandant Wohlgemuth dans son rapport, il y a eu » 1869 heures de brouillard, 1249 heures de pluie, 1002 heures de » neige. Le ciel totalement couvert était la règle. »

Le sol, dans lequel ont été récoltées les plantes, était relativement sec sur les hauteurs.

Les échantillons que m'a rapportés M. Rabot n'ont jamais été récoltés à une altitude plus grande que 277 mètres.

2° *Spitzberg*. — Le Spitzberg s'étend environ du 77° au 80° de latitude nord, mais par suite du relèvement des lignes isothermes, il se trouve sensiblement dans les mêmes conditions de température que l'île Jan Mayen.

La constitution géologique du Spitzberg y est très variée. Les plantes qui ont été conservées dans l'alcool proviennent de terrasses formées par des matériaux détritiques : cailloux roulés, éboulis des montagnes voisines formés en partie de fragments calcaires, sables, graviers et boues argileuses.

L'humidité de l'air, un peu moins forte qu'à l'île Jan Mayen, est encore très grande, comme l'indiquent les chiffres suivants, d'après les observations exécutées au cap Thordsen, en 1882-1883, par l'expédition météréologique et magnétique suédoise :

Spitzberg

HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR AU CAP THORDSEN

Août	77,0	Février	78,7
Septembre	82,2	Mars	68,8
Octobre	83,6	Avril	72,9
Novembre	73,6	Mai	78,2
Décembre	66,9	Juin	85,4
Janvier	70,0	Juillet	83,6
Août (jusqu'au 23)	78,6		

Les brouillards sont moins fréquents au Spitzberg qu'à l'île Jan Mayen, mais cependant sur la côte ouest d'où proviennent les échantillons examinés, le temps sombre est la règle générale. Pendant son dernier séjour dans cet archipel, du 1er au 14 août, M. Rabot n'a eu un temps clair que pendant quatre jours à peine. Il n'en est pas de même dans les parties plus éloignées de la mer où le temps ensoleillé est plus fréquent. « Au fond de la Sassenbay, extrémité » supérieure de l'Isfjord, le plus grand fjord de la côte occidentale, » dit M. Charles Rabot, s'ouvre une large et longue vallée que j'ai » remontée jusqu'à une distance de vingt-six kilomètres de la mer. » Aucun voyageur n'a pénétré aussi avant dans l'intérieur du » Spitzberg. Cette vallée est partout couverte de pelouses dans » lesquelles les Mousses et les Lichens occupent, il est vrai, une » large place et le sol a un aspect très verdoyant. Dans l'Adventbay,

» baie voisine de la Sassenbay, débouche également une vallée
» relativement verte. La vallée de la Sassenbay est très maréca-
» geuse ; le sous-sol est fourni par une argile glaciaire, et au-dessus
» se trouve une tourbière très imprégnée d'eau ; c'est une sorte de
» bouillie de terre et de végétaux servant de substratum aux
» pelouses ».

Je vais passer successivement en revue les diverses espèces qui se trouvent à la fois, d'une part à l'île Jan Mayen ou au Spitzberg, d'autre part dans les régions les plus élevées des Alpes ou des Pyrénées.

II. — Comparaison anatomique des espèces observées

Oxyria digyna Campd.

1° *Feuille.* — En moyenne, les feuilles sont d'un tiers plus épaisses au Spitzberg et à Jan Mayen que dans les Alpes (Chaîne du Mont-Blanc).

Cette épaisseur plus grande ne tient pas à un plus grand nombre de cellules, mais à des cellules plus grandes, un peu autrement disposées et au développement des lacunes, ainsi que le montrent au premier coup d'œil les sections faites à travers des parties comparables du limbe (fig. 12 et 13, pl. 20).

L'épiderme E, à la face supérieure, est formé de cellules plus grandes, tandis qu'à la face inférieure il présente peu de modifications, sauf que le nombre des stomates est moindre. D'une manière générale, la cuticule est moins épaisse chez les feuilles des échantillons du Spitzberg et de Jan Mayen que chez tous les échantillons des Alpes ou des Pyrénées.

Le tissu en palissade PP est peu accentué dans les feuilles provenant des plantes arctiques ; les cellules, allongées perpendiculairement à la surface de la feuille, n'occupent guère qu'un quart de l'épaisseur du limbe. De plus, elles ne sont guère, en moyenne, que deux fois plus longues que larges et laissent entre elles, çà et là, des lacunes L′ très accentuées. Chez les feuilles des échantillons alpins, ce tissu à cellules allongées occupe souvent plus du tiers de l'épaisseur de la feuille et les cellules y sont, en moyenne, plus

de trois fois plus longues que larges, sans laisser de lacunes entre elles. Le tissu, chez les plantes arctiques, est peu différencié et d'une apparence lâche (fig. 13) ; chez les plantes alpines, il est compact et d'un aspect nettement palissadique (fig. 12).

Les nervures, peu différenciées, ne présentent pas de caractères remarquables ; elles sont entourées par un endoderme E, qui est relativement un peu plus développé chez presque tous les échantillons arctiques examinés.

Le tissu moyen qui réunit ces nervures entre elles n'est pas non plus très différent, mais le tissu lacuneux PL présente chez les plantes arctiques des chambres à air très étendues (L, fig. 13), séparées les unes des autres par des files de cellules, tandis qu'il est presque compact dans le limbe des plantes alpines et à cellules, peu différentes, par leur forme, de celles du tissu en palissade (PL, fig. 12).

2° *Tige.* — La tige aérienne est toujours plus épaisse, relativement à la grandeur de la plante, dans les échantillons recueillis au Spitzberg et à Jan Mayen (fig. 10 et 11, pl. 20) que dans ceux récoltés dans les Alpes ou les Pyrénées (fig. 9, pl. 20) ; elle est même ordinairement plus épaisse, d'une manière absolue.

Si l'on fait une coupe transversale de la tige aérienne passant par le point situé au milieu de l'intervalle qui sépare la base de l'inflorescence de la base de la tige, on peut remarquer qu'il se présente des différences de structure assez notables entre les *Oxyria* arctiques et les *Oxyria* alpins.

L'épiderme et l'écorce sont plus ou moins complètement exfoliés par les formations péricycliques; j'indiquerai plus loin, dans la comparaison des coupes faites plus près des fleurs, les différences qu'on y observe.

Examinons le cylindre central. Tout d'abord, contrairement à ce qui aurait lieu pour des plantes à tiges inégalement épaisses et croissant au même endroit, on voit que le nombre des faisceaux libéro-ligneux est souvent moins grand dans les tiges épaisses des échantillons arctiques que dans les tiges plus étroites des échantillons alpins. Je n'ai trouvé, en général, que six à dix faisceaux chez les premiers, tandis que le nombre des faisceaux était ordinairement plus considérable chez les seconds.

Mais, ce qui est plus important, c'est la structure des tissus.

La coupe transversale du cylindre central, chez un échantillon d'*Oxyria digyna* provenant de Jan Mayen par exemple, présente les différences suivantes avec la même coupe chez un échantillon récolté au-dessus de Chamonix, sur la chaîne du Mont-Blanc.

Dans la tige de la plante arctique, la moelle et les rayons médullaires sont formés par des cellules tout à fait sphériques, formant un tissu très lâche, tandis que dans la plante alpine la moelle a des cellules polyédriques séparés par de petits méats. De plus, chez ces derniers échantillons, les rayons médullaires ont des cellules notablement plus grandes que celles des formations secondaires intrafasciculaires, ce qui n'a pas lieu chez les échantillons de Jan Mayen.

Arrivons à l'examen des faisceaux : le bois primaire m'a présenté en moyenne pour un faisceau 6 à 8 vaisseaux chez les échantillons arctiques et 10 à 12 vaisseaux de diamètre presque double de ceux correspondants, chez les échantillons alpins.

Chacun de ces faisceaux a des formations secondaires développées. Chez les plantes de Jan Mayen, les cellules formées entre le bois et le liber restent en files régulières, mais s'arrondissent très rapidement, de manière à présenter sur la coupe transversale comme sept à neuf chapelets rattachés par les deux bouts au liber primaire d'une part et au bois primaire de l'autre. Chez les plantes alpines, ces formations sont plus élargies dans le sens radial et les cellules restent cohérentes, formant un tissu assez compact; enfin la zone périmédullaire y est plus développée.

L'étude comparative des échantillons du Spitzberg révèle une structure de la tige tout à fait semblable à celle que présentent les *Oxyria* de Jan Mayen; mais l'examen de nombreux échantillons récoltés dans les Alpes et dans les Pyrénées m'a montré plus de diversité, quant au nombre et à la forme des faisceaux. Les échantillons qui présentaient le plus de rapport avec ceux des régions polaires sont ceux que j'ai récoltés au milieu d'endroits marécageux à 1.700^{m} d'altitude, dans la vallée du Riou-Majou (Hautes-Pyrénées) ; on y remarque une légère tendance à l'arrondissement des cellules et les vaisseaux du bois primaire sont moins nombreux.

3° *Rameau de l'inflorescence.* — En prenant des rameaux de l'in-

florescence, où il ne s'est produit aucune formation secondaire, les comparaisons entre les divers plants de la même espèce peuvent se faire sans erreur, car la structure de la tige reste la même sur une grande longueur chez le même individu.

La différence d'épaisseur relative est encore ici sensible, et la proportion des divers tissus, tous primaires, n'est pas la même. Les échantillons de Jan Mayen présentent une moelle très développée et une vingtaine de petits faisceaux inégaux ; les échantillons des Alpes savoisiennes présentent une moelle plus réduite et des faisceaux plus gros, moins distants les uns des autres,

La moelle présente, chez les premiers, des cellules tout à fait arrondies et semblables à celles de l'écorce ; chez les seconds, elle est formée de cellules polyédriques, dont les plus grandes sont au centre, à très petits méats de section triangulaire et très différentes de celles de l'écorce. Le liber est plus développé chez les plantes alpines, le bois primaire y a des vaisseaux plus nombreux dont le diamètre est, en moyenne, quatre fois plus grand que celui des vaisseaux correspondants des plantes arctiques ; les fibres du péricycle y sont toujours plus abondantes et plus lignifiées.

L'endoderme a des cellules arrondies plus petites que celles de l'écorce, et présente en coupe l'aspect d'un chapelet à grains inégaux entourant le cylindre central, chez les plantes arctiques; il est à cellules polyédriques et cohérentes chez les plantes alpines. Chez les premières plantes, tout le tissu cortical est formé de cellules arrondies semblables entre elles et semblables à celles de la moelle, laissant entre elles des lacunes assez larges, tandis que chez les secondes plantes, au contraire, le tissu cortical est en même temps compact et très différencié, formé par des cellules, qui diffèrent à la fois de celles de la moelle et de celles de l'endoderme et qui, de plus, ne sont pas semblables entre elles ; on remarque, en effet, qu'il se présente des tissus différents dans l'écorce suivant qu'on l'examine au dos d'un gros faisceau libéro-ligneux, c'est-à-dire en correspondance d'une côte, ou dans l'intervalle, c'est-à-dire en correspondance d'un sillon. Aux côtes, le tissu cortical est formé de cellules à très petits méats, à parois minces ; sous les sillons, il est constitué par des cellules presque palissadiques très différentes des autres.

L'épiderme est moins caractéristique; ses cellules, assez cohé-

rentes, sont plus arrondies en dehors chez les plantes arctiques.

L'examen comparé de beaucoup d'échantillons recueillis en divers points des Alpes et des Pyrénées fait voir que les différences que je viens de signaler sont très générales. Il faut remarquer seulement que des *Oxyria* recueillis au-dessus de 2.000 mètres dans les Alpes-Maritimes et certains autres provenant du Port de Vénasque dans les Pyrénées présentent des faisceaux un peu moins grands et des tissus plus sclérifiés, mais toujours très différenciés.

4° *Racine*. — La racine de l'*Oxyria digyna* offre ordinairement quatre faisceaux ligneux et quatre faisceaux libériens primaires ; les formations secondaires intralibériennes et extralibériennes y sont précoces. Les premières donnent naissance à un tissu où le bois secondaire se développe en lames divisées, donnant l'aspect d'un Y sur la coupe entre les faisceaux primaires, et à du liber secondaire constitué par un tissu plus ou moins compact. Tous les échantillons arctiques examinés, et ceux des Pyrénées ou des Alpes qui croissaient dans des endroits marécageux, présentent dans le tissu secondaire libérien des trabécules de cellules arrondies séparées par des lacunes; tous les autres échantillons ont montré dans la région correspondante un tissu plus compact. Les formations secondaires péricycliques ne m'ont pas fait voir de différences sensibles.

Saxifraga oppositifolia L.

Les échantillons de cette plante, lorsqu'elle provient des régions arctiques, ont un aspect particulier dû au peu de développement des parties aériennes et au resserrement des feuilles. Lorsque la plante n'est pas fleurie, elle offre l'aspect d'un petit *Sempervivum*; car on ne voit au-dessus du sol que des rosettes serrées de petites feuilles grasses.

La figure 14 (Pl. 21) représente un échantillon récolté aux plus hautes altitudes des Alpes et pris parmi ceux qui ressemblent le plus aux échantillons arctiques. La figure 15 représente l'aspect qu'offre la plante du Spitzberg et l'on voit encore une grande différence d'aspect entre les deux plantes.

Les fleurs et les fruits se ressemblent au contraire beaucoup. Dans les plantes du Nord, les tiges souterraines sont en général plus allongées et les tiges aériennes plus courtes et plus épaisses.

1° *Feuille.* — La différence de structure que présentent les feuilles de cette plante est des plus remarquables au sujet de la comparaison qui fait l'objet de ce travail. Il suffit de jeter les yeux sur les figures 16 et 17 de la planche 21 pour s'en rendre compte immédiatement. La figure 16 est une coupe de feuille de plante grasse; la figure 17 est une coupe de feuille ordinaire, simplement épaisse. La première est la feuille des échantillons polaires, la seconde est la feuille des échantillons alpins.

L'épiderme E a dans la plante arctique (fig. 16) des cellules presque arrondies, à cuticule mince, peu différentes de toutes les autres cellules parenchymateuses de la feuille; dans la plante alpine (fig. 17), l'épiderme est au contraire remarquable par sa cuticule épaisse qui présente à l'extérieur une surface unie (et non bosselée comme dans l'autre feuille), par ses cellules serrées, très différentes des autres cellules parenchymateuses, surtout vers les bords de la feuille (en E, fig. 17, par exemple).

Le tissu en palissade PP n'est pas du tout différencié dans les plantes du Nord; il est assez marqué sur les deux faces dans les plantes alpines et présente ordinairement des cellules très allongées dans les parties latérales du limbe.

Le parenchyme lacuneux PL a des cellules arrondies analogues à toutes les autres cellules parenchymateuses dans la première feuille (fig. 16) et les lacunes L y sont considérablement développées, réduisant souvent le parenchyme lacuneux à de simples trabécules formés par une file de cellules arrondies (PL, fig. 16). Au contraire, ce parenchyme, dans la seconde feuille (PL, fig. 17) est constitué par des cellules polyédriques laissant à peine çà et là, entre elles, quelques méats qui sont ordinairement de petite dimension. Ces méats sont un peu plus grands dans les feuilles provenant d'échantillons qui croissaient dans des endroits constamment humides.

Les nervures ne présentent guère de différences importantes; leur endoderme a une section plus nettement circulaire et est formé de cellules plus arrondies dans les échantillons arctiques.

2° *Tige.* — J'ai déjà dit plus haut que la tige aérienne du *Saxifraga oppositifolia* est en général plus épaisse dans les échantillons du Nord. Si l'on examine deux sections comparables de cette tige, la première prise dans l'un de ces échantillons, la seconde dans un

échantillon alpin, on remarque d'abord que l'écorce y est bien plus développée par rapport au cylindre central dans la première que dans la seconde. De plus, elle y est formée de cellules plus arrondies.

3° *Pédoncule floral.* — C'est surtout dans le pédoncule floral que l'on trouve chez les plantes des deux régions, de plus grandes différences. L'écorce y présente, chez les échantillons arctiques, des trabécules de cellules arrondies analogues à ceux que l'on remarque dans les feuilles, tandis que l'écorce relativement plus mince du pédoncule floral des échantillons alpins, est constituée par des cellules serrées, sans méats ou presque sans méats.

Salix reticulata L.

Le *Salix reticulata* se présente ordinairement dans les régions polaires avec un très petit nombre de feuilles, souvent même avec deux feuilles seulement comme le *Salix polaris* ; ses tiges souterraines sont relativement très développées et ses parties aériennes plus réduites encore que dans les stations les plus élevées des Alpes où l'on peut rencontrer ce Saule. Les fruits sont sensiblement de même forme et de même grandeur.

1° *Feuille.* — Les feuilles des échantillons arctiques de cette plante sont en apparence très semblables à celles des échantillons de la même plante récoltés aux hautes altitudes ; elles sont toutefois un peu plus épaisses, en moyenne.

En examinant les deux sections comparables (fig. 7 et 8, pl. 19), on voit de part et d'autre des tissus de cellules serrées ; toutefois, en regardant avec un peu d'attention, on s'aperçoit immédiatement que les tissus sont plus lâches chez les feuilles de la plante du Nord (PP, fig. 7) sans toutefois présenter entre les cellules de lacunes caractérisées, mais plutôt des méats plus ou moins grands L.

Sur la face supérieure, l'épiderme E est à cellules plus petites et moins nettement tabulaires dans le *Salix reticulata* de provenance arctique (fig. 7) et la cuticule C y est plus mince ; il n'y a pas de différence très sensible dans l'épiderme, du côté de la face inférieure de la feuille.

Le tissu palissadique PP est développé dans les deux cas, et s'étend jusqu'à quatre ou cinq rangées de cellules ; mais il est bien plus nettement différencié chez les échantillons de la région alpine supérieure. Chez ces derniers, les cellules y sont quatre à cinq fois plus longues que larges, tandis qu'elles ne sont que deux fois et demi à trois fois plus longues que larges dans les feuilles arctiques où elles se séparent les unes des autres par des méats très nets.

Quant aux nervures, elles paraissent le plus souvent, un peu plus différenciées chez la plupart des échantillons alpins. C'est ce que l'on constate en comparant le bois B et les fibres péricycliques F dans les figures 7 et 8.

2° *Tige.* — La tige offre un épiderme dont les cellules ont une cuticule plus ou moins épaisse présentant en coupe l'aspect d'un fer-à-cheval. Cette cuticule est toujours deux à quatre fois plus épaisse dans les échantillons de la région alpine que dans ceux des régions polaires. Chez ces derniers, elle est même ordinairement très réduite et le contenu de la cellule épidermique est relativement beaucoup plus grand.

Les vaisseaux ont toujours un calibre moindre dans les échantillons du Nord et l'écorce de la tige y est plus développée par rapport au diamètre du cylindre central.

Silene acaulis L.

Le polymorphisme du *Silene acaulis* dans les Alpes, rend les comparaisons avec les échantillons des terres polaires plus difficiles à établir. Nous allons voir cependant qu'un certain nombre de caractères que j'ai observés chez tous les échantillons provenant du Spitzberg ou de Jan Mayen ne se retrouvent dans aucun exemplaire alpin. En outre, l'intérêt qui peut résulter de l'examen comparé des individus de cette espèce fait voir que parfois, lorsque la ressemblance extérieure des plantes est en apparence la plus grande, les diversités de structure peuvent être au contraire plus accentuées. C'est là une preuve que ce n'est pas du développement plus grand de l'organe que proviennent simplement les différences observées dans la structure ; il y a réellement dans les deux cas,

une adaptation différente qui retentit jusque dans la disposition des tissus internes.

1° *Feuille.* — En effet, comparons d'abord deux feuilles qui extérieurement présentent le développement le plus analogue : ce sera par exemple la feuille d'un *Silene acaulis* du Spitzberg (fig. 3', pl. 18) et celle de la variété *exscapa* des Alpes (fig. 1', pl. 18). Les coupes transversales du limbe (fig. 4 et 6, pl. 19) nous font voir une très grande différence dans la structure. Le tissu général est presque sans différenciation dans la plante boréale (fig. 4), il est tranché de la façon la plus nette dans la plante alpine (fig. 6). La première feuille présente de larges méats L,L' entre toutes les cellules, l'épiderme E et l'endoderme des nervures ED à éléments peu différenciés, une cuticule presque nulle ; la seconde feuille, au contraire, fait voir un tissu en palissade PP serré et très distinct du tissu sous-jacent, l'épiderme É et l'endoderme des nervures E, bien plus accentués, une cuticule épaisse.

Au contraire, si l'on compare la feuille de la plante du Spitzberg à celle très différente extérieurement, presque cylindrique que présentent les plus petits échantillons récoltés au Jardin de la Mer de glace (fig. 2', pl. 18), les différences observées sont moins grandes (fig. 4 et 5, pl. 19). Elles existent toutefois, car les palissades PP, sont plus nettes, les lacunes LL' arrondies, la cuticule plus épaisse, l'épiderme et l'endoderme plus différenciés chez les nervures qui sont ici cohérentes.

2° *Tige.* — La tige du *Silene acaulis* se ramifie au-dessous du niveau du sol et vit plusieurs années. Les rameaux présentent souvent une dissymétrie marquée qui est en rapport avec leur position par rapport au sol. C'est ainsi que les tiges de la variété *exscapa* qui sont moins agglomérées en touffe (fig. 1, pl. 18) et plus dressées ont une structure normale, tandis que celles tout à fait aplaties et en touffes serrées, récoltées au Jardin de la Mer de glace (fig. 2) ont les formations libéro-ligneuses développées du côté supérieur (souvent avec formations tertiaires) et atrophiées du côté inférieur, de telle sorte que sur la coupe, la symétrie de la tige est dorsiventrale. On retrouve, moins accentuée, cette inégalité du développement des tissus chez les tiges des échantillons du Spitzberg.

Mais ce qui est assez général, c'est que les vaisseaux des exemplaires arctiques sont moins lignifiés, à parois moins épaisses et en nombre moins grand (pour les tiges comparables) que dans les échantillons alpins.

3° *Pédoncule floral.*— Le pédoncule floral présente en général une écorce développée et un cylindre central renfermant une dizaine de faisceaux libéro-ligneux, sans formations secondaires. Aucun tissu n'y est lignifié, pas même les vaisseaux, dans les échantillons du Spitzberg. Chez tous les échantillons récoltés dans les Pyrénées et dans les Alpes, les éléments sont plus distincts, le bois et le liber sont plus différenciés et les vaisseaux ont un plus grand calibre.

4° *Racine.* — Si l'on coupe la racine dans sa partie épaisse, là où elle est sectionnée dans la fig. 3, pl. 18, par exemple, on y observe des nombreuses formations secondaires successives à vaisseaux isolés dans du parenchyme non lignifié. Le calibre des vaisseaux y est bien plus gros que dans la tige, mais là encore on remarque une différence entre les échantillons arctiques et les échantillons alpins; les vaisseaux comparables par leur position et leur âge sont plus petits dans la racine des premiers que dans celle des seconds.

Cerastium alpinum L.

Cette plante a sensiblement le même port et les mêmes caractères extérieurs dans les régions arctiques ou alpines, mais elle est remarquable par les modifications de structure interne que lui ont fait subir l'adaptation à deux milieux différents.

1° *Feuille.* — Les feuilles sont un peu plus épaisses en moyenne dans les échantillons du Nord que dans ceux des montagnes, toutefois la différence n'est pas grande. Leur structure présente la plupart des modifications que j'ai déjà signalées pour les plantes précédentes. Chez les plantes arctiques, le parenchyme en palissade est peu développé et lacuneux; chez la plupart des échantillons alpins ou pyrénéens, le parenchyme est au contraire à cellules allongées, mais laissant entre elles des méats.

2° *Tige*. — Les mêmes différences se présentent, à peu de chose près, entre tous les échantillons du Nord et tous les échantillons alpins que j'ai étudiés. Pour plus de précision, examinons deux coupes transversales de la tige faites en des points comparables, la première à travers un *Cerastium alpinum* provenant du Spitzberg, la seconde à travers un *Cerastium alpinum* provenant de Pierre-à-l'Echelle (chaîne du Mont-Blanc).

L'épiderme ne diffère pas beaucoup ; chez la plante du Spitzberg il est pourtant formé de cellules plus arrondies, plus bombées en dehors et à cuticule un peu moins épaisse.

L'écorce est beaucoup plus épaisse par rapport au diamètre du cylindre central dans la plante du Spitzberg ; c'est ce que nous avons observé pour toutes les espèces précédentes, mais ici la différence est encore plus accentuée. Elle présente des méats bien plus grands dans l'échantillon arctique que dans l'échantillon alpin et l'endoderme y est constitué par des cellules arrondies pour la première plante, par des cellules allongées dans le sens tangentiel pour la seconde.

Le cylindre central a des formations secondaires toujours plus développées chez les échantillons de montagnes ; si l'on coupe la tige aérienne dans sa partie la plus âgée alors qu'elle a terminé complètement sa croissance, on y trouve un péricycle à formations secondaires repoussant l'endoderme en dehors, un liber secondaire très développé formant un anneau complet et un bois secondaire continu formé de vaisseaux entremêlés de cellules parenchymateuses. Je n'ai jamais pu observer un semblable développement des formations secondaires dans les tiges, même fructifiées au sommet, des échantillons du Nord.

En comparant les formations primaires du cylindre central dans les deux cas, on trouve pour la plante du Spitzberg, des faisceaux libéro-ligneux à liber très étroit et à bois peu développé, un péricycle lignifié ; la plante du Mont-Blanc offre un bois presque continu mais ayant cinq zones où les vaisseaux sont plus nombreux, un liber plus épais et un péricycle plus différencié.

La moelle est très remarquable par ses cellules méatiques formant un tissu lâche dans la plante du Spitzberg, et par ses cellules polyédriques, sans méats, à parois minces dans la plante du Mont-Blanc.

3° *Pédoncule floral.* — Ces différences dans les formations primaires s'accentuent encore si l'on compare les structures que présente le pédoncule floral dans les deux cas. Celui du Spitzberg offre un cylindre central à diamètre bien plus petit par rapport à l'épaisseur de l'écorce, montrant cinq faisceaux peu différenciés, à bois non lignifié, reliés entre eux par une double assise de cellules plus petites que les autres et le péricycle n'y offre pas de différenciation sensible.

La plante de Pierre-à-l'Echelle fait voir, au contraire, dans son pédoncule floral cinq faisceaux à bois lignifié, à liber plus développé continué par un péricycle lignifié formant un anneau continu différencié.

Potentilla nivea L.

Cette plante présente dans ses feuilles des différences qui rappellent celles que j'ai signalées pour le *Salix reticulata*, mais plus accentuées cependant.

Les feuilles de tous les échantillons récoltés au Spitzberg ont un tissu en palissade à deux rangées de cellules, mais ces cellules laissent entre elles de grands méats et ne sont guère plus longues que larges. Les feuilles de tous les échantillons alpins récoltés au Lautaret, au-dessus du Villard-d'Arène ou au Pic des trois évêchés, présentent 3 à 5 rangées de cellules en palissades très nettes, étroites, serrées, sans méats ou presque sans méats et beaucoup plus longues que larges. De plus l'épiderme est chez le *Potentilla nivea* arctique formé par des cellules plus arrondies, un peu bombées en dehors, et à cuticule moins épaisse.

Poa pratensis L.

Le port de cette plante est tellement variable parmi tous les échantillons arctiques d'une part et parmi tous les échantillons alpins de l'autre qu'il est impossible de faire aucune comparaison à cet égard. Mais la différence générale que l'on peut signaler pour cette espèce réside surtout dans l'épiderme de la face supérieure des feuilles qui est formé de cellules plus ou moins arrondies chez les échantillons arctiques et de cellules plus ou moins

tabulaires chez les échantillons alpins. De plus, d'une manière générale, ces derniers présentent ordinairement des vaisseaux plus lignifiés et des tissus qui ont une plus grande cohérence dans toutes leurs cellules.

Autres espèces.

Les comparaisons faites avec les espèces précédentes me paraissent suffisantes pour mettre en évidence les différences de structure que les conditions diverses d'adaptation ont provoquées entre les plantes arctiques et les plantes alpines. Je me contenterai de signaler rapidement les autres espèces que j'ai observées en faisant remarquer de quel type déjà décrit elles se rapprochent par leurs modifications.

Les *Saxifraga Hirculus* L. et *Saxifraga aizoides* L. offrent des différences qui rappellent un peu celles décrites pour le *Saxifraga oppositifolia* L.

Le *Polygonum viviparum* L. se rapproche à cet égard de l'*Oxyria digyna.*

Les *Chrysosplenium alternifolium* L. et *Honckeneja peploides* Ehrh. présentent des différences moins grandes. Remarquons à ce propos que la première espèce croît toujours dans les deux régions dans des endroits très humides et que la seconde est une plante maritime qu'on ne trouve pas dans les hautes altitudes et qu'on ne peut comparer qu'à nos échantillons du littoral.

Le *Dryas octopetala* L., l'*Erigeron uniflorus* L. et le *Taraxacum Densleonis* L. ont, dans leurs feuilles, leurs tiges et même leurs racines des différences de même ordre que celles observées dans la plupart des plantes précédentes et ne présentent guère de différence sensible dans leurs fleurs.

Les *Poa cenisia* All., *Festuca ovina* L. n'offrent pas de diversité de structure plus marquée que le *Poa pratensis.*

III. — Conclusions et examen des causes qui ont pu produire les différences observées.

Un certain nombre de différences dans l'aspect extérieur et dans

la structure entre les plantes arctiques et les plantes alpines des hautes altitudes se retrouvent, plus ou moins accentuées, chez toutes les espèces observées.

En considérant les plantes arctiques et en les comparant aux plantes alpines, ces différences sont principalement les suivantes :

1° *Dans les divers membres de la plante, les éléments lignifiés ont une tendance à se réduire par leur nombre, l'épaisseur moindre de leurs parois, le calibre plus étroit des vaisseaux ;*

2° *Les feuilles sont plus épaisses, mais moins différenciées ; le tissu en palissade y est beaucoup moins marqué ; les lacunes ou les méats intercellulaires s'y montrent bien plus développés ;*

3° *L'épiderme des feuilles et des tiges est moins cohérent et présente une cuticule moins épaisse ;*

4° *Tous les tissus de la feuille, de la tige et aussi de la racine, si on les compare à ceux correspondants des plantes alpines, ont une tendance plus ou moins grande à arrondir leurs cellules, qui souvent même forment des trabécules séparant de grandes espaces intercellulaires remplis d'air.*

A quelles causes doit-on attribuer les différences de structure précédentes ?

Les facteurs connus les plus importants à considérer sont la température, l'éclairement, l'humidité de l'air, l'humidité du sol, la nature chimique du terrain et la composition des substances solubles qui se trouvent dans l'eau absorbée par les racines.

Je vais montrer que, de toutes ces causes de variation, les plus importantes à considérer sont *l'humidité de l'air* et le *mode d'éclairement.*

En effet, la température ou mieux la somme des températures utiles pendant la courte saison où les plantes se développent au-dessus du sol, est sensiblement la même pour les plantes que nous considérons. C'est d'ailleurs la raison principale pour laquelle les mêmes espèces peuvent se trouver à la fois dans les régions arctiques ou dans la zone supérieure de nos montagnes.

Quant à l'humidité du sol, elle ne semble pas présenter, pour

ces espèces et dans tous les endroits où elles se trouvent, une importance très grande, car les échantillons récoltés à Jan Mayen sur les parties élévées où le sol était moins humide présentent tout à fait les mêmes caractères que ceux récoltés dans les parties les plus humides du Spitzberg.

Il en est de même quant à l'influence de la nature chimique du sol. Les caractères généraux que j'ai mis en évidence se maintiennent avec toutes leurs différences essentielles, que les échantillons aient été pris d'une part sur les roches volcaniques de Jan Mayen ou sur les roches sableuses, argileuses ou calcaires du Spitzberg ; d'autre part, sur les terrains de la nature la plus variée des Alpes de l'Auvergne et des Pyrénées.

Resterait l'influence que peut exercer le voisinage de la mer par suite des embruns salés ou de la neige qui se trouve mêlée de sel à la suite des tempêtes fréquentes. Cette cause pourrait contribuer, dans une certaine mesure, à rendre les feuilles plus charnues dans un sol additionné de sel marin.

Quoiqu'il en soit de ce dernier point, le seul à noter dans l'examen des causes dont je viens de parler, il résulte de ce qui précède que l'humidité de l'air et l'éclairement sont, sans contredit, les deux causes principales qui doivent permettre d'expliquer les différences observées. Examinons-les donc successivement.

1. *Influence de l'humidité de l'air.* — Ainsi que je l'ai dit plus haut, l'humidité de l'air est sensiblement plus forte dans la région arctique que dans les hautes altitudes des Alpes ou des Pyrénées. Ainsi, les moyennes de l'état hygrométrique pour les mois de juillet et d'août qui correspondent à la période végétative sont les suivantes :

Ile Jan Mayen :	Spitzberg :	Grands Mulets : (1)
92,2	80,0	66,0

Plusieurs auteurs, et tout récemment M. Lothelier (2), ont démontré expérimentalement que dans un air plus humide, la structure de la tige et de la feuille se modifie. D'une manière générale, la plante qui est dans un air plus humide est moins diffé-

(1) J. Vallot : Annales de l'observatoire météorologique du Mont-Blanc, I, 36.
(2) Revue générale de Botanique, 1893.

renciée dans tous ses tissus. Dans les feuilles, le tissu en palissade diminue ou tend même à disparaître, les lacunes sont plus abondantes, la cuticule moins épaisse. Dans les tissus de la tige ou de la feuille, la lignification est moindre.

J'ai vérifié expérimentalement ces résultats, sur deux des espèces précédemment étudiées, l'*Oxyria digyna* et le *Silene acaulis*. J'ai opéré exactement comme l'a fait M. Lothelier, en prenant des plants de ces deux espèces récoltés en pots, avec toute la terre où se trouvaient les racines, sur la chaîne de l'Arbizon, dans les Pyrénées. Ces échantillons transportés un peu plus bas à Cadéac, dans la vallée d'Aure, ont été divisés en deux lots semblables ; ceux du premier lot ont été maintenus constamment dans un air saturé d'humidité, ceux du second lot dans un air relativement sec au moyen de chlorure de calcium fréquemment renouvelé, de telle façon que l'état hygrométrique moyen était égal à 65. Toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs, j'ai constaté pour ces plantes les différences que je viens de signaler plus haut d'une manière générale.

Or, ces différences se trouvent toutes comprises dans celles que présentent les plantes arctiques par rapport aux plantes alpines, et comme nous venons de voir que les premières croissent dans un air beaucoup plus humide que les secondes, il semble tout à fait rationnel d'attribuer à la grande humidité de l'air dans les régions polaires, une part des différences observées.

Cette conclusion se trouve encore accentuée par ce fait que les mêmes espèces présentent en général à Jan Mayen une simplification de structure un peu plus grande encore qu'au Spitzberg ; et, comme on l'a vu plus haut, l'humidité de l'air est encore plus grande dans la première de ces terres arctiques que dans la seconde.

D'ailleurs nous avons vu que les échantillons alpins dont la structure se rapproche le plus de celle des mêmes espèces arctiques sont ceux qui ont été récoltés dans les tourbières ou près des cascades.

2° *Influence de l'éclairement.* — Mais l'une des différences observées n'a certainement pas pour cause l'humidité plus grande de l'air, c'est celle qui est relative à l'épaisseur plus grande des feuilles

chez les plantes arctiques. En effet, la variation qu'on obtient en cultivant les plantes dans l'air humide est à cet égard en sens inverse. Si l'on veut expliquer ce résultat, il est donc nécessaire de faire intervenir une autre cause.

Nous avons vu que le mode d'éclairement est très différent dans les deux régions considérées. Moins intense, mais continu, dans les régions arctiques, il est plus fort, mais discontinu, dans la zone supérieure des Alpes. C'est là sans doute qu'il faut chercher l'une des causes qui agissent en sens contraire de l'influence de l'humidité, et la structure des plantes arctiques serait due à la résultante de deux causes principales, l'humidité plus grande de l'air et l'éclairement continu.

M. Dufour a fait voir que les feuilles sont plus épaisses lorsqu'elles sont plus éclairées. J'ai vérifié ces conclusions en opérant encore sur les deux espèces citées précédemment. Au-dessus d'Aulon (Hautes-Pyrénées), j'ai transporté des touffes entières de *Silene acaulis* et d'*Oxyria digyna* sur des sols identiques et saturés d'eau. Un premier lot de ces plantes était éclairé pendant toute la journée ; le second était mis à l'abri de la lumière solaire au moyen de petits toits de toile goudronnées. Les feuilles nouvelles développées pendant la saison d'été présentaient une épaisseur en moyenne de 1/6 plus grande pour la première espèce et de 1/8 pour la seconde.

J'ai fait voir, d'autre part (1), qu'en éclairant pendant longtemps les mêmes plantes à la lumière électrique continue et à la même lumière discontinue, interrompue chaque jour par douze heures d'obscurité, on obtient dans le premier cas des feuilles plus épaisses et à structure plus simple.

« C'est une question physiologique encore peu élucidée, dit » Grisebach (2), que celle de savoir de quelle manière la longueur » du jour agit sur la végétation arctique..... On serait tenté » d'admettre des dispositions particulières qui rendraient les » plantes arctiques plus indépendantes que ne l'est la végétation » des autres contrées, des variations dans la longueur du jour. »

La structure générale que nous révèlent les tissus des plantes arctiques ne semble-t-elle pas conduire vers la solution de cette question ?

(1) Comptes-Rendus, t. CXV, p. 447, et p. 475.
(2) La végétation du globe, I, p. 42.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 18.

Silene acaulis : Fig. 1. — Plant de la variété *exscapa* des Alpes récolté à 2300^{m} d'altitude (grandeur naturelle).

Fig. 1'. — Une feuille du même, grossie.

Fig. 2. — Plant d'un exemplaire provenant du « Jardin » de la Mer de glace (Chaine du Mont-Blanc) (grandeur naturelle).

Fig. 2'. — Une feuille du même, grossie.

Fig. 3. — Plant d'un exemplaire provenant du Spitzberg (grandeur naturelle).

Fig. 3'. — Une feuille du même, grossie.

PLANCHE 19.

Silene acaulis : Fig. 4. — Coupe transversale au milieu d'une feuille de grandeur moyenne d'un échantillon du Spitzberg (voir fig. 3 et 3') : *F*, un faisceau libéro-ligneux ; *ED*, endoderme entourant un faisceau à cellules très développées ; *PL*, parenchyme lacuneux ; *PP*, tissu en palissade peu accentué; *L*, méats et lacunes dans le tissu lacuneux ; *L'*, méats et lacunes dans le tissu en palissade ; *E*, épiderme ; *C*, cuticule peu développée ; *B*, bois.

Fig. 5. — Coupe transversale au milieu d'une feuille de grandeur moyenne d'un échantillon du « Jardin » de la Mer de glace (voyez fig. 2 et 2') : E, endoderme d'un faisceau en contact avec les endodermes des deux autres faisceaux ; *PL*, parenchyme lacuneux ; *PP*, parenchyme en palissade plus accentué que dans le plant de Spitzberg ; *L*, méats du parenchyme lacuneux ; L', méats du parenchyme en palissade ; *E*, épiderme ; *C*, cuticule épaisse.

Fig. 6. — Coupe transversale au milieu d'une feuille de grandeur moyenne, d'un échantillon de la variété *exscapa* des Alpes (voir fig. 1 et 1') : *E*, endoderme d'un faisceau à cellules moins grandes que dans la figure 4 ; *PL*, parenchyme lacuneux à cellules serrées ; *PP*, parenchyme en palissade très différencié, sans méats ; *E'*, épiderme ; *C*, cuticule épaisse.

Salix reticulata : Fig. 7. — Portion de coupe transversale faite au milieu du limbe d'une feuille moyenne d'un échantillon du Spitzberg.

Fig. 8. — Portion de coupe transversale faite au milieu du limbe d'une feuille moyenne d'un échantillon provenant de la chaîne du Mont-Blanc.

Lettres communes aux deux figures 7 et 8 : *B*, bois du faisceau ; *F*, fibres du faisceau ; *PP*, tissu en palissade plus serré sur les échantillons alpins (fig. 8) que sur les échantillons arctiques (fig. 9) ; *PL*, parenchyme lacuneux plus serré sur les échantillons alpins et présentant

des méats *L* (fig. 7) sur les échantillons arctiques ; *E*, épiderme à cellules plus tabulaires et à cuticule *C* plus épaisse dans les échantillons alpins (fig. 8).

PLANCHE 20.

Oxyria digyna : Fig. 9. — Plant provenant des Pyrénées à 2.400 m. d'altitude, échantillon moyen (1/2 grandeur naturelle).

Fig. 10. — Plant provenant du Spitzberg, échantillon moyen (1/2 grandeur naturelle).

Fig. 11. — Plant provenant de l'île Jan Mayen, échantillon moyen (1/2 grandeur naturelle).

Fig. 12. — Portion d'une coupe transversale du limbe d'une feuille de la base, de grandeur moyenne, dans un échantillon des Pyrénées ; *ED*, endoderme d'un faisceau ; *PL*, parenchyme lacuneux avec méats *L* ; *PP*, parenchyme en palissade à cellules différenciées et serrées ; *E*, épiderme.

Fig. 13. — Portion d'une coupe transversale, comparable à la précédente, du limbe d'une feuille de la base, de grandeur moyenne, dans un échantillon provenant de l'île Jan Mayen ; *ED*, endoderme d'un faisceau ; *PL*, parenchyme lacuneux à très grandes lacunes *L*; *PP*, parenchyme en palissade, moins différencié que fig. 12 et à nombreuses lacunes *L'* ; *E*, épiderme à cuticule plus mince que dans les échantillons alpins ou pyrénéens.

PLANCHE 21.

Saxifraga oppositifolia : Fig. 14. — Plant provenant des Alpes, à 2.500^{m} d'altitude, échantillon moyen pour cette altitude (grandeur naturelle).

Fig. 15. — Plant provenant du Spitzberg, échantillon moyen (grandeur naturelle.

Fig. 16. — Coupe transversale faite au milieu d'une feuille moyenne des rosettes de la base d'un échantillon du Spitzberg (fig. 15) ; *B*, bois d'un faisceau ; *ED*, endoderme entourant un faisceau ; *PL*, parenchyme lacuneux à cellules arrondies formant des trabécules et laissant entre elles de très grandes lacunes *L* ; *PP*, parenchyme occupant la place du parenchyme en palissade, mais formé aussi de cellules arrondies ; *L'*, lacunes dans ce parenchyme ; *E*, épiderme à cuticule peu épaisse *C*.

Fig. 17. — Coupe transversale faite au milieu d'une feuille moyenne des rosettes de la base d'un échantillon des Alpes ; *B*, bois d'un faisceau ; *ED*, endoderme entourant un faisceau ; *PL*, parenchyme occupant la place du parenchyme lacuneux, à cellules serrées, presque sans méats ; *PP*, parenchyme en palissade ; *L'*, quelques méats ; *E*, épiderme à cuticule épaisse *C*.

(Toutes les coupes sont dessinées à un grossissement de 125 diamètres).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

Des expériences de M. PRUNET (1), il résulte en outre que, dans un même tubercule, — du moins dans les tubercules de Pomme de terre, et il est probable que les tubercules de Topinambour, de formation analogue, donneraient le même résultat — les substances minérales, ainsi d'ailleurs que les principes immédiats, n'ont pas ne répartition uniforme.

On n'ignore pas que, dans la Pomme de terre, les bourgeons voisins du sommet des tubercules s'accroissent davantage, se développent plus tôt et plus rapidement que les bourgeons voisins de la base. M. Wollny a, de plus, remarqué que les moitiés antérieures des tubercules, cultivées isolément, donnent des récoltes plus abondantes que les moitiés postérieures.

C'est pour découvrir les raisons de ces faits que M. Prunet a entrepris l'analyse physiologique des deux moitiés des tubercules, pensant avec raison que ces différences de développement doivent tenir à des différences de composition.

Les observations ont été faites sur trois variétés de Pomme de terre. Dans une première série d'essais, l'auteur a employé des tubercules non germés ; dans une seconde, des tubercules en voie de germination. Il a dosé comparativement, dans les deux moitiés des tubercules : la matière sèche, le sucre (méthode Soxhlet), l'amidon et les dextrimes (méthode de Sacchsse), l'azote total (méthode Kjeldahl-Wilfarth), l'azote albuminoïde et non albuminoïde (méthode Stutzer-E. Schulze), la diastase (méthode Baranetzky-Wortmann), les acides organiques, libres ou faiblement combinés (baryte et orange n° 3 comme indicateur), la totalité des cendres, et, dans celles-ci, la potasse, la magnésie, la chaux et l'acide phosphorique.

Dans les tubercules non germés, les moitiés antérieures se sont

(1) A. Prunet : *Sur la constitution physiologique des tubercules de Pomme de terre dans ses rapports avec le développement des bourgeons* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, mai 1892).

montrées, d'une façon générale, plus riches en matière sèche, et en hydrates de carbone transformables par l'acide chlorhydrique en sucre réducteur ; plus riches aussi en azote albuminoïde et non albuminoïde, en albuminoïdes solubles dans l'eau ; plus riches enfin en acides organiques, en sels, et, en particulier, en potasse, magnésie et acide phosphorique.

Aucune des trois variétés étudiées ne contenait, avant la germination, de sucre ni de diastase. Lorsque la germination commence, ces deux substances apparaissent très rapidement dans les moitiés antérieures, alors qu'on n'en trouve pas encore dans les moitiés postérieures. En outre, dans les tubercules en germination, la proportion de l'azote des amides par rapport à l'azote total, et des albuminoïdes solubles par rapport à l'ensemble des albuminoïdes, s'accroît plus tôt et davantage vers le sommet des tubercules qu'à leur base.

Le développement plus rapide et plus considérable des bourgeons antérieurs s'explique, dès lors, par la prédominance, dans leur voisinage, des matières nutritives de réserve et des principes actifs azotés, et par celle aussi des acides organiques et des sels, qui jouent un rôle si considérable dans les phénomènes de croissance, soit en déterminant la turgescence des éléments cellulaires, soit en intervenant directement dans les transformations des principes immédiats.

Ces différences de répartition des principes immédiats et des substances minérales dans les deux moitiés des tubercules ne sont pas originelles, car elles n'existent pas dans les tubercules jeunes n'ayant pas encore terminé leur croissance.

On voit donc que, lorsque les tubercules ont atteint leur taille définitive, il se produit, de leur base vers leur sommet, un courant de matière qui a pour résultat d'amener un développement plus précoce, plus rapide et plus considérable des bourgeons voisins du sommet, et de rendre les moitiés antérieures plus aptes à la multiplication de la plante.

Il importait de savoir si ces mouvements d'une portion de la matière sèche ne changeraient pas de sens après l'ablation des bourgeons antérieurs. En supprimant systématiquement ces bourgeons, au moment de leur apparition, M. Prunet a pu constater qu'il s'établissait graduellement, dans les tubercules en expérience, une répartition de la matière sèche inverse de la répartition normale. Les principes immédiats et les substances minérales contenus dans les matières antérieures, n'y trouvant pas d'emploi, ont émigré vers les bourgeons postérieurs, qui se sont développés davantage, plus tôt et plus rapidement que les tubercules non ébourgeonnés.

En résumé, dans les tubercules de la Pomme de terre il y a toujours une relation étroite entre la répartition des principes immédiats et des substances minérales, et l'aptitude relative des bourgeons au développement.

Des phénomènes de migration tout à fait semblables, et même d'une étendue beaucoup plus grande ont lieu, d'après M. Aimé Girard (1), dans les tubercules à repousses, qui se produisent parfois abondamment sur certaines influences, et dont les conditions météorologiques de 1891 ont, en particulier, déterminé, dans beaucoup de cultures, la fâcheuse formation.

Pendant cette année 1891, il y eut, d'avril à août, une longue période de sécheresse ; les tubercules restèrent très petits. Mais en septembre, les pluies survinrent et se prolongèrent jusqu'en octobre; à ce moment alors, le bourgeon terminal de chaque tubercule donna naissance à une repousse souvent énorme.

C'est sur ces tubercules à forme de sablier qu'ont été faites les analyses de M. Girard. Elles démontrent que tous les tubercules primitifs sont pauvres en fécule, qui, au contraire, abonde dans les repousses.

Les grains d'amidon, logés à l'origine dans les cellules du petit tubercule, se sont donc, au fur et à mesure que le bourgeon se développait, dirigés vers les cellules du tubercule de nouvelle formation pour le remplir et s'y fixer sous leur forme normale. Les grains restés dans les cellules à peu près vides sont altérés et présentent des formes bizarres, tout à fait irrégulières.

Ces faits confirment ceux qui ont été observés et décrits par M. Prunet.

Dans la feuille, les matières organiques et les substances minérales doivent évidemment augmenter ou diminuer, aux différentes heures du jour et de la nuit, suivant l'intensité de l'éclairement et de la température.

Si faibles que puissent paraître ces variations, M. Brooks (2) semble être cependant parvenu à les calculer chez des feuilles de diverses plantes de culture, telles que le Navet, la Fève, la Pomme de terre, le Topinambour, l'Avoine, le Blé, etc.

Les pesées établissent, en effet, que, dans les feuilles vertes de plantes croissant librement, en été, à une température relativement basse, et par un ciel couvert, l'augmentation du poids sec est très faible ; il y a même parfois une petite diminution.

Par un ciel sans nuages, la plus grande augmentation se manifeste pendant la première moitié du jour, de six heures à midi, ou, si l'on divise la journée en trois périodes, dans le tiers moyen, de dix heures à deux heures. Lorsque l'éclairement est intermittent, l'augmentation a lieu avant ou après midi, ou dans un tiers quelconque de la journée. Lorsque le jour est clair, l'heure où l'augmentation de poids est maxima est midi.

(1) A. Girard : *Sur la migration de la fécule de pomme de terre dans les tubercules à repousses* (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, mai 1893).

(2) W. Brooks : *Ueber tägliche und stündliche Assimilation einiger Culturpflanzen* (Inaugural-Dissertation. Halle, 1892).

Pendant la nuit, la diminution est d'autant plus rapide que la température est plus élevée ; elle est toujours manifestement plus grande dans la première moitié de la nuit, de six heures à minuit, que dans la seconde, de minuit à six heures.

Les substances minérales sont toujours moins abondantes dans les plantules qui se développent à l'obscurité que dans celles qui poussent à la lumière. Le fait a été bien démontré, particulièrement par M. Weber, sur le Pois. Depuis, quelques auteurs ont remarqué toutefois que les cotylédons font exception à cette règle ; ces organes, lorsqu'ils sont étiolés, sont plus riches en cendres que dans les conditions normales.

M. PALLADINE (1), qui a répété ces différentes expériences sur le Blé et sur la Fève, a obtenu les mêmes résultats. Il a, de plus, cherché à les interpréter. Selon lui, cette inégalité dans le contenu en substances minérales est due à la transpiration. A la lumière, une forte évaporation provoque une accumulation de sels dans les parties supérieures.

La chaux surtout est peu abondante dans les feuilles étiolées ; or, déjà, pour cette substance, M. Weber a, d'autre part, constaté qu'elle est, au contraire, absorbée en très grande quantité lorsque la plante est éclairée par les rayons de l'extrémité la plus réfrangible du spectre. Ces rayons, comme on le sait par les expériences de M. Wiesner, sont ceux qui ont l'action la plus énergique sur la transpiration.

Dans le rapprochement de ces deux cas, M. Palladine voit une confirmation de sa théorie.

M. PALLADINE (2) a aussi comparé, au point de vue de la teneur en albumine, les feuilles étiolées et les feuilles vertes.

Des graines de Fève ont été semées, les unes au soleil et les autres à l'obscurité.

Après un certain temps de germination, M. Palladine a déterminé la quantité totale d'azote, ainsi que la quantité totale d'albumine, qui se trouvaient : 1° dans les jeunes feuilles vertes ; 2° dans les vieilles ; 3° dans les feuilles étiolées ; 4° dans les tiges étiolées.

De ses analyses, il conclut qu'il y a lieu de distinguer deux catégories : si la plante est une espèce à courte tige, les feuilles étiolées ont moins d'albumine que les feuilles vertes ; si la plante est une espèce à longue tige, les feuilles étiolées, au contraire, sont plus riches que les vertes. Ce n'est donc pas par le manque d'albuminoïdes que le développement des feuilles de ces dernières plantes à l'obscurité est entravé ; ce ne peut être alors que par un apport insuffisant de sels, dû à la trop faible intensité de la transpiration.

(1) W. Palladine : *Aschengehalt der etiolirten Blätter* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, avril 1892).

(2) W. Palladine : *Eiweissgehalt der grünen und etiolirten Blätter* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1891).

C'est une opinion presque universellement admise que, pendant la période qui précède le moment où, dans les conditions normales, la feuille se détache de l'arbre, les substances accumulées dans cette feuille émigrent, peu à peu, vers les parties de la plante qui doivent persister. Récemment on a voulu généraliser le fait : non seulement la feuille, mais tout organe qui cesse définitivement d'exercer sa fonction se viderait, auparavant, de toutes les substances, acide phosphorique, potasse, amidon, albuminoïdes, qu'il renferme ; et tous ces corps iraient s'accumuler, en réserve, dans les branches, où ils trouveraient plus tard leur emploi pour la formation de nouveaux organes.

Certes, ainsi que le reconnaît M. Wehmer (1), une telle théorie n'a, en elle-même, rien d'inacceptable ; on sait avec quelle facilité nombre de substances cheminent à travers les tissus. Il n'est pas douteux, pourtant, que, bien souvent, des organes tels que fleurs, fruits, chatons, etc., tombent en pleine vie, et contenant encore une quantité notable de produits divers. D'autre part, un fait est à remarquer : tous les auteurs s'accordent bien pour reconnaître qu'il y a une sorte de videment préalable des feuilles qui vont tomber, mais il y a entre eux de grandes divergences d'opinions quand il s'agit de préciser la quantité et la nature des corps qui émigrent. Pour M. Detmer, ce sont surtout l'amidon et la potasse qui disparaissent des organes sur le point de se détacher ; d'après MM. Sachs, Kraus, Reinke, Frank et Pfeffer, l'acide phosphorique et les substances protéiques passent également dans les parties persistantes de la plante. MM. Kerner et Kienitz-Gerloff, d'un autre côté, font émigrer tout le plasma vivant.

Il a semblé à M. Wehmer que ces résultats différents, comme peut-être, au reste, toute la théorie même de l'appauvrissement des organes caducs avant leur chute, pouvaient très bien reposer sur une interprétation erronée des nombres fournis par les analyses ; et, pour s'en assurer, il a soumis à un nouvel examen ces nombres mêmes, en les prenant tels que les ont donnés les auteurs qui se sont occupés de ce genre de recherches. Il a ainsi, en particulier, porté son attention sur les nombres obtenus par MM. Zöller, Rismuller et Dulk, dans leurs études chimiques sur les feuilles de Hêtre.

Ces trois auteurs ont conclu de leurs analyses que la potasse et l'acide phosphorique, par exemple, ne s'accumulent pas dans les feuilles, et cheminent peu à peu vers les organes persistants, de façon à ne rester à la fin, dans les feuilles, qu'en très petites quantités.

Mais il faut remarquer que les nombres sur lesquels les auteurs basent leurs conclusions représentent la proportion centésimale de chacun des corps, potasse et acide phosphorique, dans le total des cendres.

Or cet abaissement de la proportion peut prouver simplement que la

(1) C. Wehmer : *Die dem Laubfall voraufgehende vermeintliche Blattentleerung* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1892).

composition des cendres varie, mais ne démontre pas du tout qu'en valeur absolue la quantité de potasse ou d'acide phosphorique a diminué ; il peut être dû à l'apparition ou à l'accumulation plus rapide d'autres sels. Et M. Rissmüller nous apprend même que, vers l'automne, la chaux est dix fois plus abondante dans la feuille qu'au mois de mai ; il y a aussi, à cette époque, cinquante fois plus d'acide silicique qu'au printemps. Si les quantités de potasse et d'acide phosphorique n'augmentent pas dans les mêmes proportions, elles doivent nécessairement, en valeur relative, paraître diminuer.

M. Wehmer a donc pris, pour base de ses comparaisons, non pas la composition centésimale des cendres, mais les nombres absolus représentant le poids de chaque corps, qu'il a rapportés à une quantité déterminée de feuilles, mille par exemple. Et, pour ce nouveau mode de calcul, qui est bien, comme on le conçoit aisément, le seul exact, il a constaté que la potasse, et, plus encore, l'acide phosphorique restent en quantités sensiblement constantes dans les feuilles, de mai à septembre.

A partir de septembre, seulement, il y a disparition progressive de ces deux substances, de l'acide phosphorique en particulier. Mais, si l'on réfléchit que c'est à partir de ce moment aussi que les feuilles commencent de jaunir, il est tout à fait permis d'admettre que cette disparition est due à un entraînement, au dehors, des matières solubles de la feuille sous l'influence des agents extérieurs, tels que la pluie et la rosée, bien plutôt qu'à une migration interne vers les parties persistantes de la plante. Ce qui prouve bien qu'il en est ainsi, c'est que les substances disparaissent également chez les feuilles tombées, comme chez les feuilles restées sur l'arbre.

Tout ce qui vient d'être dit pour la potasse et l'acide phosphorique s'applique également aux substances azotées. Celles-ci n'émigrent pas plus que les précédentes.

M. Wehmer a régulièrement obtenu des résultats identiques chaque fois qu'il a soumis à un nouvel examen, avec la méthode indiquée, les nombres fournis par les différents auteurs : par Rissmüller et Dulk pour le Hêtre, par Stoffel pour le Châtaignier et le Noyer, par Arend pour l'Avoine. Dans cette dernière plante, qui est annuelle, il n'y a point, avant la mort, de videment préalable des parties végétatives, au profit de la graine ; la potasse et les matières protéiques n'émigrent point. Seul l'acide phosphorique est attiré vers l'épi, où il trouve son emploi ; mais ce n'est là qu'une action toute spéciale et très limitée, résultant des besoins de l'accroissement.

Il n'y aurait donc pas, en définitive, d'après M. Wehmer, de migration automnale, et, au moment où ses fonctions s'arrêtent, un organe sur le point de tomber ne déverse pas nécessairement, dans les parties de la plante qui continuent de vivre, les substances accumulées dans ses tissus.

Une grande partie de ces substances qui se trouvent dans la feuille vivante passent, au moment de la maturation, dans le fruit qui les utilise. Ceci donné, il serait possible que l'effeuillage de la vigne, qui est d'une pratique courante dans certaines régions viticoles, fût basé sur une routine fâcheuse, amenant des résultats contraires à ceux qu'on a l'intention d'atteindre.

C'est, en effet, ce que confirment les observations faites par M. Muntz (1) sur les vignobles de la Gironde. La pratique de l'effeuillage est tout à fait défavorable ; les raisins des plants effeuillés restent acides, ne s'enrichissent presque pas en sucre, et donnent un vin peu coloré, et de qualité inférieure. L'effet produit ne peut mieux être comparé qu'à une attaque de mildew, qui, de même, supprime le travail d'une partie des feuilles.

Ces expériences ont, il est vrai, été faites pendant un automne sec, c'est-à-dire dans de mauvaises conditions météorologiques, qui ont pu, elles-mêmes, avoir une certaine influence. Il n'en reste pas moins à peu près certain que l'effeuillage doit être fait, en tout cas, avec modération.

Dans l'esprit des viticulteurs, l'enlèvement des feuilles a pour but de permettre l'action directe des rayons solaires sur les grains. Or M. Müntz s'est assuré que l'élévation de température qui résulte de cette action n'est nullement une cause d'enrichissement en sucre ; son seul effet est de diminuer la proportion d'acides.

(1) Müntz : *Recherches sur l'effeuillage et la maturation des raisins* (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 1892).

(*A suivre*). Henri Jumelle.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe, par M. L. DANIEL (avec deux planches, Pl. 1 et 2).

I. Morphologie.. 5

1° Historique.. 5

2° Morphologie externe.. 9

3° Conclusions.. 20

II. Physiologie.. 60

1° Historique.. 60

2° Les réserves et la greffe.. 61

3° De la transpiration dans les greffes herbacées... 66

4° Production anormale d'amidon sous l'influence de la greffe.. 71

5° Conclusions.. 74

Sur un nouveau mode de propagation du Pourridié de la Vigne, par M. A. PRUNET.. 22

Quelques procédés pratiques de micrographie, par M. LÉON FLOT.. 27

Recherches sur les propriétés optiques du bois, par M. C. HOULBERT (avec cinq figures dans le texte).. 49

Étude critique et expérimentale sur la mesure de l'intensité des parfums des plantes, par M. EUGÈNE MESNARD (avec huit figures dans le texte et une planche, Pl. 3).. 97

Notice sur A. Merget, par M. HENRI DEVAUX.. 145

Le Chaudron du Sapin, par M. ÉMILE MER.. 153

Observations sur le climat et les productions du littoral de la Provence, par M. CH. NAUDIN.. 193

Sur le rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie chez les plantes supérieures, par M. W. PALLADINE. 201

Note sur les *Marsilia* d'Algérie, par M. L. TRABUT (avec une planche, Pl. 4).. 210

Etude monographique sur les *Rhizocaulon*, par M. le Marquis de Saporta (avec une figure dans le texte et huit planches, Pl. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12) .....

I. Morphologie et structure des diverses parties de la plante chez les *Rhizocaulon* 241

II. Caractères de structure comparés et leur signification ; affinité présumée du groupe vis-à-vis des types actuels. Conclusions 301, 324

Influence du mode de répartition des engrais sur leur utilisation par les plantes, par M. A. Prunet 260

Recherches sur le Vert-de-gris, le Plâtre et le Chanci, maladies du blanc de Champignon, par MM. J. Costantin et L. Matruchot (avec une planche, Pl. 13) 289

Sur trois espèces nouvelles de Sphériacées, par M. L. Géneau de Lamarlière (avec sept figures dans le texte) 321

Notes sur l'influence de la dessiccation sur la respiration des tubercules, par M. Jules-Ferdinand Lund 353

Sur quelques applications pratiques de la greffe herbacée, par M. Lucien Daniel (avec deux planches, Pl. 14 et 15) 356

Les inflorescences en botanique descriptive, par M. F. Hy (avec quinze figures dans le texte) 385

I. Inflorescences simples 388

II. Inflorescences composées 402

Sur une Ustilaginée parasite de la Betterave *(Œdomyces leproides)*, par M. L. Trabut (avec une planche, Pl. 16) 409

Les ennemis du Pin dans la Champagne crayeuse, par MM. Léon Dufour et Robert Hickel (avec une planche, Pl. 17) 433

Considérations générales sur la Géographie botanique du département de la Côte-d'Or, par M. L. Bazot 446

La vie et la carrière de M. Duchartre. Leçon d'ouverture du cours de Botanique de la Sorbonne (1894-1895), par M. Gaston Bonnier 481

Les plantes arctiques comparées aux mêmes espèces des Alpes et des Pyrénées, par M. Gaston Bonnier (avec quatre planches, Pl. 18, 19, 20 et 21) 505

TABLE DES REVUES

DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations, publiés pendant l'année 1891, par M. Léon Boutroux (avec figures dans le texte) (*suite* et *fin*).......... 30, 70

Revue des travaux sur les Algues, publiés de 1889 au commencement de 1892, par M. Ch. Flahault (avec figures dans le texte) (*suite* et *fin*)..................... 41, 83 136

Revue des travaux de physiologie et chimie végétales, parus de juin 1891 à août 1893, par M. Henri Jumelle (avec figures dans le texte)..........................

I. Physiologie végétale........................ 123

1° Physiologie de la cellule.................. 123, 186

2° Physiologie des tissus et des organes 212, 273, 310, 345, 379, 424, 471, 528

Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens, publiés en 1892 et 1893, par M. A. M. Hue 174, 222, 270

Revue des travaux publiés sur les Champignons pendant les années 1891 à 1893, par M. J. Costantin (avec figures dans le texte)..................................

I. Basidiomycètes............................ 370

II. Urédinées et Ustilaginées.................. 411

III. Ascomycètes............................. 460

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME SIXIÈME

Planche 1. Recherches sur la greffe.

— 2. Recherches sur la greffe.

— 3. Appareil pour mesurer l'intensité des parfums.

— 4. *Marsilia diffusa*, form. *algeriensis.*

— 5. *Rhizocaulon* : anatomie de la racine.

— 6. *Rhizocaulon* : lambeaux de feuilles et racines latérales.

— 7. *Rhizocaulon* : lambeaux de tiges et racines latérales.

— 8. *Rhizocaulon* : faisceau caulinaire, lambeaux de tiges et racines latérales.

— 9. *Rhizocaulon* : appareils fructificateurs.

— 10. *Rhizocaulon* : appareils fructificateurs.

— 11. *Rhizocaulon* : anatomie des feuilles et fragments divers.

— 12. *Rhizocaulon* : tiges et feuilles.

— 13. le Vert de gris *(Myceliophthora lutea)* et le Plâtre *(Monilia fimicola).*

— 14. *Alliaria officinalis*, de graine d'individu sauvage.

— 15. *Alliaria officinalis*, de graine d'individu greffé sur Chou.

— 16. *Œdomyces leproides* Trab.

— 17. *Lasiocampa Pini; Retinia buoliana; Lophyrus rufus.*

— 18. *Silene acaulis.*

— 19. *Silene acaulis; Salix reticulata.*

— 20. *Oxyria digyna.*

— 21. *Saxifraga oppositifolia.*

TABLE DES ARTICLES ET DES REVUES

PAR NOMS D'AUTEURS

Bazot (L.). Considérations générales sur la Géographie botanique du département de la Côte-d'Or 446

Bonnier (Gaston). La vie et la carrière de M. Duchartre. Leçon d'ouverture du cours de Botanique de la Sorbonne (1894-1895) 481

— Les plantes arctiques comparées aux mêmes espèces des Alpes et des Pyrénées 505

Boutroux (Léon). Revue des travaux sur les Bactéries et les Fermentations, publiés pendant l'année 1891 (*suite* et *fin*) 30, 70

Costantin (J.). Revue des travaux publiés sur les Champignons pendant les années 1891 à 1893... 370, 411, 460

— et Matruchot (L.). Recherches sur le Vert-de-gris, le Plâtre et le Chanci, maladies du blanc de Champignon 289

Daniel (L.). Recherches morphologiques et physiologiques sur la Greffe 5. 60

— Sur quelques applications pratiques de la greffe herbacée 356

Devaux (Henri). Notice sur A. Merget 145

Dufour (Léon) et Hickel (Robert). Les ennemis du Pin dans la Champagne crayeuse 433

Flahault (Ch). Revue des travaux sur les Algues, publiés de 1889 au commencement de 1892 .... 41, 83, 136

Flot (Léon). Quelques procédés pratiques de micrographie 27

Géneau de Lamarlière (L.). Sur trois espèces nouvelles de Sphériacées 321

Hickel (Robert). (Voyez Dufour).

Houlbert (C.). Recherches sur les propriétés optiques du bois 49

HUE (A. M.). Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens, publiés en 1892 et 1893. 174, 222, 270

HY (F.). Les inflorescences en botanique descriptive...... 385

JUMELLE (Henri). Revue des travaux de physiologie et chimie végétales, parus de juin 1891 à août 1893..... 123, 186, 212, 273, 310, 345, 379, 424, 471, 528

LUND (Jules-Ferdinand). Note sur l'influence de la dessiccation sur la respiration des tubercules.......................... 353

MATRUCHOT (L.). (Voyez COSTANTIN).

MER (Émile). Le Chaudron du Sapin....................... 153

MESNARD (Eugène). Étude critique et expérimentale sur la mesure de l'intensité des parfums des plantes.......... 97

NAUDIN (Ch.). Observations sur le climat et les productions du littoral de la Provence............................ 193

PALLADINE (W.). Sur le rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie chez les plantes supérieures...... 201

PRUNET (A.). Sur un nouveau mode de propagation du Pourridié de la Vigne............................ 22

— Influence du mode de répartition des engrais sur leur utilisation par les plantes........................ 260

SAPORTA (Marquis de). Étude monographique sur les *Rhizocaulon*.. 241, 300, 324

TRABUT (L.). Note sur les *Marsilia* d'Algérie............ 210

— Sur une Ustilaginée parasite de la Betterave (*Œdomyces leproides*).. 409

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS D'AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS LES REVUES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Explication des signes : (*al*) Revue des travaux sur les Algues ; (*b*) Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations ; (*c*) Revue des travaux sur les Champignons ; (*l*) Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens ; (*ph*) Revue des travaux de Physiologie et Chimie végétales.

A

Adametz (*b*) 39
Agardh (*al*) 46
Anderson (*al*) 137
— (*c*) 414
Arcangeli (*c*) 378
Arnold (*l*) 227
Arnould (*c*) 373
Arthur (*c*) 421
Atkinson (*al*) 47
— (*c*) 468, 469
Atwel (*al*) 142
Aubert (*ph*) 317

B

Bach (*ph*) 349
Bachmann (*l*) 176
Baglietto (*l*) 233
Bambeke (Van) (*c*) 373
Borclay (*c*) ... 37[illegible] 413, 414, 416, 418, 420, 421
Baroni (*l*) .-e (*al*, ... 230
Barton (*al*) 48, 49
Batters (*al*) 44, 89, 91, 92
Bauer (*c*) 468
Beck (*al*) 139
Behrens (*c*) 467
Bennett (*al*) 138
Berlèse (*c*) 467, 469
Beyerinck (*b*) 81
Bœhm (*ph*) 214
Bokorny (*ph*) 191, 348
Boldt (*al*) 141
Bommer (Ch), (*l*) 184
Bommer (Mme) (*c*) 469
Bonnier (Gaston) (*ph*) 215, 310, 430, 472
Borge (*al*) 137, 141
Börgensen (*al*) 138, 143
Bornet (*al*) 84, 136, 139
Borzi (*al*) 144
Boudier (*c*) 375, 378, 464, 466
Boulanger (*c*) 371
Bourquelot (*c*) 373
Boutroux (*b*) 38
Boyer (*c*) 375
Branth (*l*) 236
Brefeld (*c*) 460
Bresadola (*c*) 378
Britzelmayr (*c*) 377
Brooks (*ph*) 530
Burgerstein (*ph*) 381
Bütschli (*ph*) 190

C

Candolle (C. de) (*ph*)........ 379
Chatin (*c*).................. 468
Chodat (*c*).................. 378
Cohn (*c*).................. 374
— (*ph*).................. 212
Collins (*al*)............. 142
Cooke (*c*).................. 378
Cornevin (*ph*) 431
Correns (*ph*)................ 217
Costantin (*c*).. 371, 372, 464, 468
Couderc (*c*)................ 468
Cramer (*al*)................ 87
Crato (*ph*).................. 191

D

Dangeard, (*c*)... .... 411, 464
Debray (*al*)................ 84
Decuillé (*l*)................ 180
Delacroix (*c*)....... 378, 416, 465
Delogne (*c*)................ 377
Dens (*l*).................... 183
Detmer (*ph*)............ 189, 318
Dietel (*c*)........ . 412, 415, 421
Duggar (*c*)................ 420

E

Ellis (*c*)........... 378, 421, 468
Errera (*l*).................. 184
Eschenhagen (*ph*)........... 131
Everhardt (*c*)........... 378, 468

F

Ferry (*c*)............... 374, 378
Fischer (*c*).... 374, 378, 417, 466
Foslie (*al*)................ 88
Frankland (*b*)............... 76
Frew (*b*).................. 76
Fünfstück (*ph*)............. 186

G

Gaillard (*c*)............. 468, 470
Galloway (*c*)........... 416, 419
Gay (*al*).................... 139
Géneau de Lamarlière (*ph*) 313, 315
Giard (*al*).................. 88
Gibson (Harvey) (*al*) 48, 84, 87, 88
Giesenhagen (*c*)............ 377
Girard (*ph*)....... 530
Gobi (*c*).................... 421
Godfrin (*c*)................ 423
Gœbel (*al*)........ 45
Green (*ph*)................ 383
Gutwinski (*al*)......... 138, 141

H

Haake (Otto) (*ph*)........... 477
Halsted (*c*)................ 468
Hansen (*c*)........ 464
Hansgirg (*al*)........ 48, 95, 138
Hansteen (*al*).............. 91
Hariot (*al*)..... 94, 141, 142, 143
— (*c*) 375, 376, 378, 416, 419, 421
Harmand (*l*)................ 182
Hartig (*c*)................ 419
Harvey (*al*)................ 142
Hauck (*al*)................ 95
Hauptfleisch (*al*)........... 85
Hebden (*l*)......... 222
Hedlund (*l*).. 223
Hegler (*ph*)....... 274
Heiden (*al*)................ 138
Hennings (*c*) 378, 465
Hesse (*c*).................. 469
Hieronymus (*al*)............ 138
Holmes (*al*).............. 91, 92
Hue (*l*)........... 174, 178, 182
Hulting (*l*) 222
Hy (*l*)..................... 180

J

Jaccard (*ph*)... 219
Jack (*al*)......... 92
Janczewski (de) (*c*).. ... 377, 469
Janssens (*c*)........ 464
Jatta (*l*). 228

Jentys (*ph*)... 220
Jönsson (*al*)... 44
Juel (*c*)... 415
Jumelle (*ph*)... 311

K

Karsten (*al*)... 87
— (*c*)... 377, 378
Kellermann (*c*)... 422
— (*ph*)... 429
Kernstock (*l*)... 228
Kihlman (*l*)... 224
Kirchner (*al*)... 138
Kjellman (*al*)... 139
Klebahn (*c*)... 414, 419, 421
Klemm (*ph*)... 191
Kny (*ph*)... 127
Kozlawsky (*al*)... 141
Kruch (*c*)... 465
Kuhn (*c*)... 422

L

Lagerheim (de) (*al*)... 143
— (*c*) 377, 412, 415, 420, 421, 463
Lauren (*ph*)... 319
Lazaro (*al*)... 95
Lechartier (*ph*)... 479
Leclerc du Sablon (*ph*)... 382
Le Covec (*c*)... 378
Lemaire (*al*)... 139
Levi (*al*)... 95, 139
Lindau (*c*)... 421
Loew (*ph*)... 191, 349
Loitlesberger (*al*)... 139
Ludwig (*c*)... 421, 465, 467

M

Magnus (*c*) 375, 415, 416, 419, 421, 422, 467
Marramore (*al*)... 138
Martin (*c*)... 378
Martindale (*al*)... 142
Massalongo (*c*)... 468
Massee (*c*)... 377, 416, 467
Massee (*l*)... 222
Matruchot (*c*)... 372
Mattirolo (*c*)... 467
Mayer (*ph*)... 314
Mesnard (*ph*)... 426
Micheletti (*l*)... 231
Millian (Mac) (*c*)... 378
Miyoshi (*ph*)... 278
Möbius (*al*)... 95, 143, 144
Mœller (*c*)... 371, 375, 464
Molisch (*ph*)... 280
Montemartini (*ph*)... 316
Monteverde (*ph*)... 350
Morgan (*c*)... 378
Müller (*l*)... 233, 237, 270
Müntz (*b*)... 31
— (*ph*)... 534
Murray (*al*)... 48, 90, 92

N

Nawaschin (*c*)... 422
Nencki (*b*)... 77
Niel (*c*)... 470
— (*l*)... 184
Nordstedt (*al*)... 143
Novak (*l*)... 226

O

Olivier (*l*)... 179
Oltmanns (*al*)... 89
— (*ph*)... 131, 277
Oudemans (*c*)... 378

P

Palla (*ph*)... 190
Palladine (*ph*)... 531
Pappenheim (*ph*)... 213
Pasletti (*c*)... 470
Pat (*c*)... 378
Patouillard (*c*) 371, 375, 377, 378, 470
Peck (*c*)... 377
Perdrix (*b*)... 78
Pfeffer (*ph*)... 189, 273, 282, 428
Philipps (*c*)... 466
Piccone (*al*)... 95, 137, 142, 144

Pietquin (*l*)... 183
Pirotta (*c*)... 378, 469
Plowright (*c*)... 413, 416
Poirault (*c*)... 418, 419
Prillieux (*c*)... 378, 416, 465
Prunet (*ph*)... 380, 528

Q

Quélet (*c*)... 378

R

Raciborski (*al*)... 144
Ravaud (*l*)... 182
Rehsteiner (*c*)... 372
Reinhardt (*ph*)... 129
Reinke (*al*)... 93, 143
Remboldе (*al*)... 93
Richards (*al*)... 83
— (*c*)... 418
Rodewald (*ph*)... 187
Rodriguez (*al*)... 86, 96
Rommel (*c*)... 377
Rostrup (*c*)... 465
Rothert (*ph*)... 275
Roy (*al*)... 138
Roze (*c*)... 423

S

Sandstede (*l*)... 226
Sappin Trouffy (*c*)... 411
Schaarsmidt (*al*)... 138
Schackleton (*l*)... 222
Schmidle (*al*)... 138
Schmidt (*ph*)... 424
Schmitz (*al*)... 41
Schrœter (*c*)... 374, 469
Schwendener (*ph*)... 213
Setchell (*al*)... 47
— (*c*)... 422
Seynes (de) (*c*)... 371
Soppitt (*c*)... 415
Stange (*ph*)... 131
Starbaeck (*c*)... 378
Steiner (*l*)... 232
Stizenberger (*l*)... 176
Stockmayer (*al*)... 139
Strasburger (*ph*)... 131
Swingle (*c*)... 422
Sydow (*c*)... 419

T

Thaxter (*c*)... 378, 417, 465
Theorin (*c*)... 378
Thesleff (*c*)... 467
Thomas (*c*)... 420
Tonglet (*l*)... 183
Toni (de) (*al*) 44, 95, 139, 142, 143
Tracy (*c*)... 421
Traill (*al*)... 91
Tranzschel (*c*)... 415, 418, 421
Tubeuf (Von) (*c*)... 417

V

Van Tieghem (*c*)... 370
Varigny (H. de) (*ph*)... 431
Viala (*c*)... 375
Viaud-Grand-Marais (*l*)... 181
Voglino (*c*)... 374
Vuillemin (*c*)... 374, 431, 465

W

Wager (*c*)... 376
Wahrlich (*c*)... 466
Webber (*al*)... 142
Wehmer (*ph*)... 532
West (*al*)... 138, 142
Whitelegge (*al*)... 144
Wiesner (*ph*)... 188
Wildeman (de) (*al*)... 139
Wille (*al*)... 43, 85
— (*c*)... 422
Williams (*l*)... 236
Winogradsky (*b*)... 30
Woronine (*c*)... 466

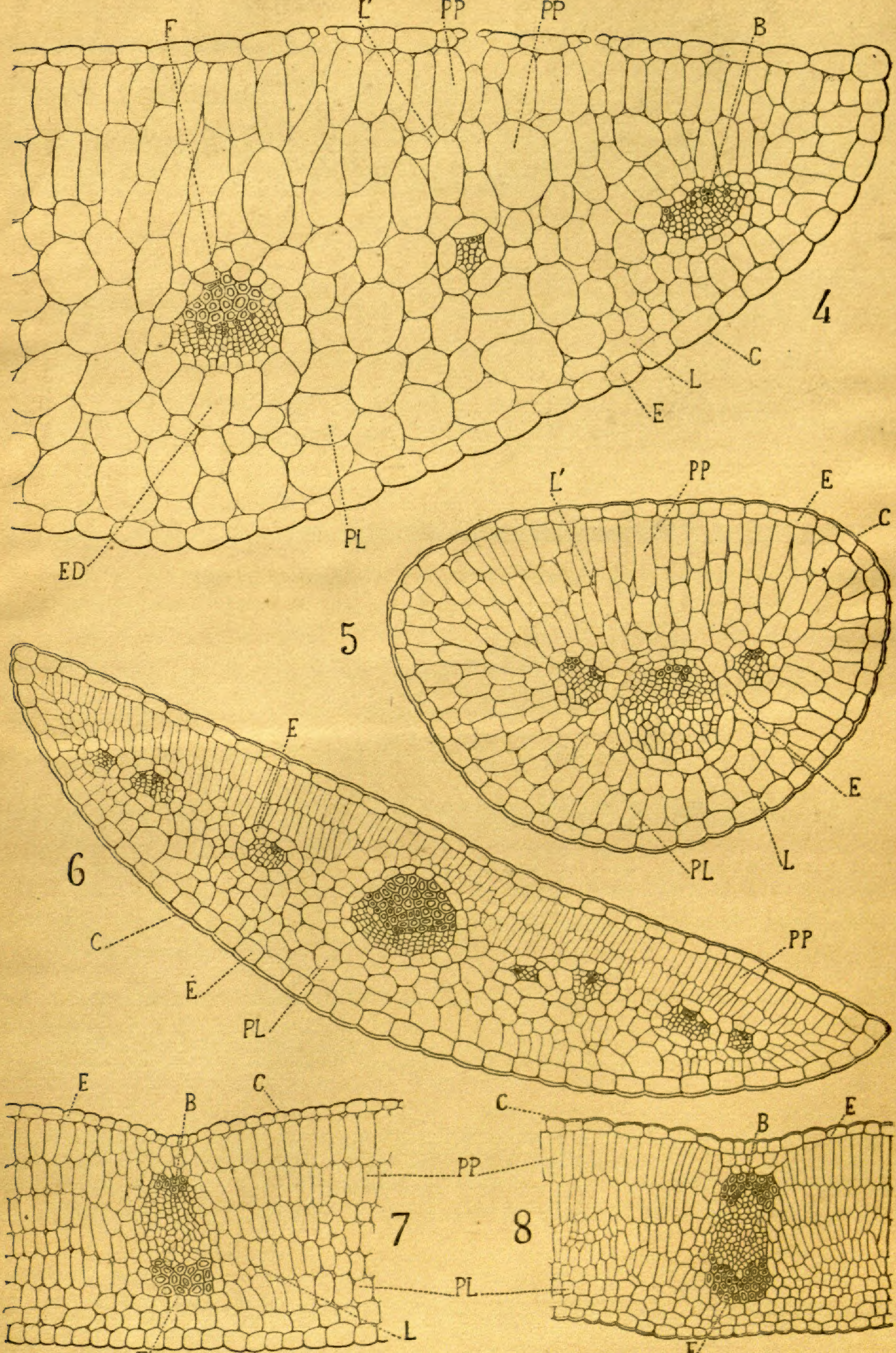
Z

Zacharias (*ph*)... 128
Zahlbruckner (*l*)... 225
Zerlang (*al*)... 83
Zimmermann (*ph*)... 123
Zopf (*ph*)... 345

Le Gérant, Th. Clerquin.

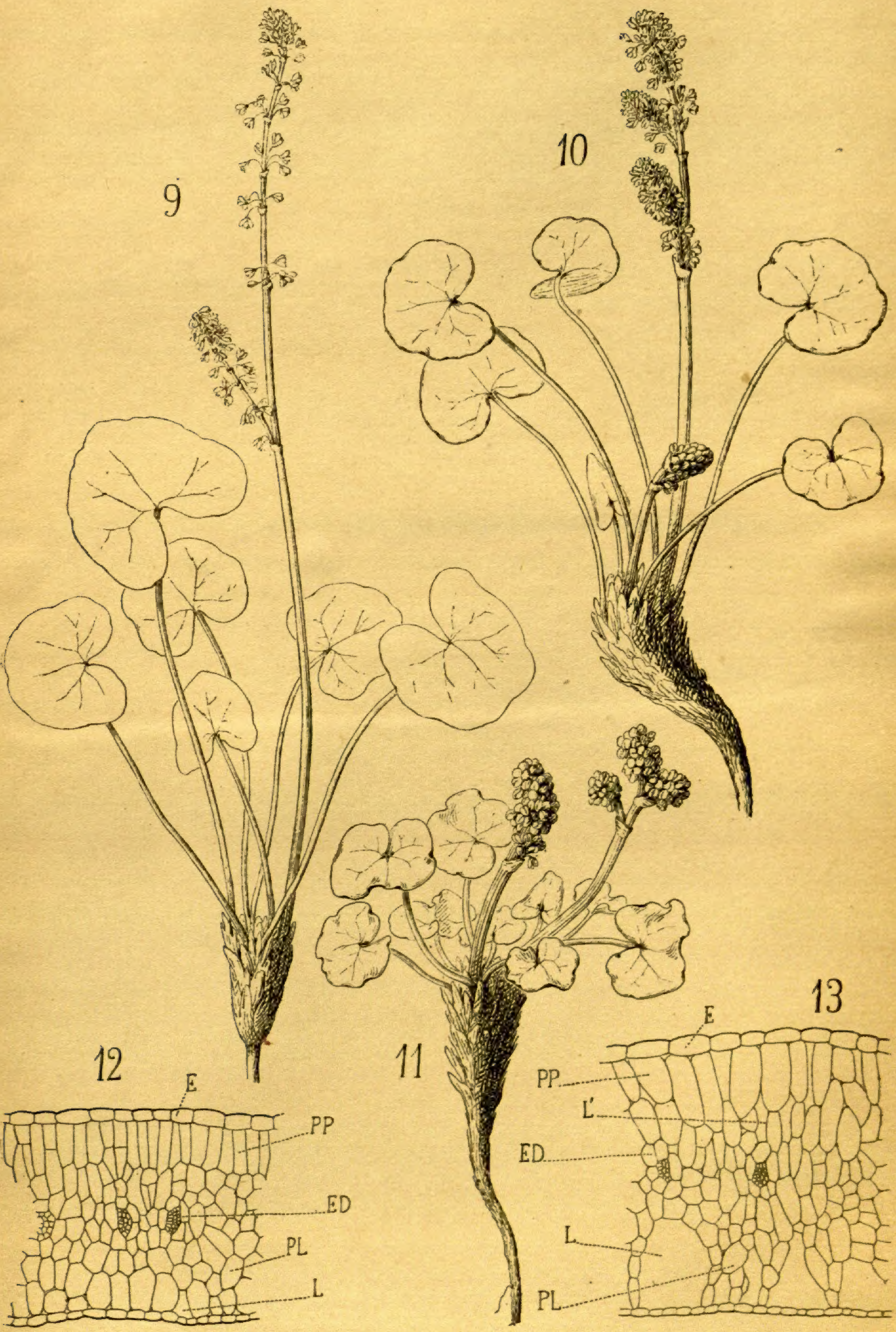
Herincq del. Imp. Le Bigot. Vitou sc.

Silene acaulis.



Bonnier et Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Vitou sc.*

Silene acaulis (4, 5, 6); Salix reticulata (7, 8).



Bonnier et Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Vitou sc.*

Oxyria digyna.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les cinq premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul KLINCKSIECK, 52, rue des Écoles, à Paris, qui se charge de fournir tous les ouvrages anciens ou modernes dont il est fait mention dans la ***Revue.***

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des cinq premiers volumes de la ***Revue générale de Botanique :***

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Développement et constitution des anthérozoïdes ; Bonnier : La végétation de la vallée de Chamonix ; Germination des Lichens sur les protonémas des mousses; Les Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Composition des tubercules des Crosnes du Japon. — De Saporta : Inflorescences des Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra*. — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle; Nouveaux procédés de gravure photographique; Nouvelle espèce de *Psatyrella*. — Trabut : L'*Abies numidica*. — Seignette : Recherches sur les tubercules. — Costantin ; Variations des *Alternaria* et *Cladosporium*. — Poulsen : Nouvelle phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Formes critiques d'Hellébores.

Revues des travaux : d'anatomie (Leclerc du Sablon); sur les Champignons (Costantin), relatifs aux méthodes de technique (Dufour); sur les Lichens (Hue); sur les plantes de l'Asie (Franchet) ; de physiologie végétale (Jumelle) ; de paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ.* — Curtel : La transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure comparée de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique tropicale. — Lesage : Modifications des feuilles chez les plantes maritimes. — Bonnier : Végétation de la vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — Daguillon : Les feuilles des Conifères. — Russell : Développement et anatomie des Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées; Les folioles anormales du *Vicia sepium.* — Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau; Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. — Brandza : Recherches anatomiques sur les hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Répartition des acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un nouveau parasite de la Vigne. — Daniel : Le tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Préparation des grains d'aleurone.

Revue des travaux : sur les Algues (Flahault) ; de botanique forestière (Henry); de paléontologie végétale (de Saporta) ; de physiologie et de chimie végétales (Jumelle); des Lichens (Hue); d'anatomie végétale (Leclerc du Sablon); des Bactéries et des fermentations (Boutroux) ; des plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Développement des téguments de la graine. — Russell : Etude anatomiqne des ascidies de Chou. — Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : Recherches anatomiques sur le genre *Carex.* — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Une maladie des greffes boutures ; Maladie nouvelle des raisins. — Prunet : Perforation des tubercules de Pomme de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma vivant. — Jumelle : Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux dans la Mayenne. — Bastit : Recherches sur la tige et la feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota. — Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin; Espèce du genr *Riella.* — Daniel ; Racines napiformes transitoires. — Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : Distribution du *Cyclamen europœum.*

Revue des travaux : sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (Masclef) ; sur les Champignons (Costantin); de physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; relatifs aux méthodes de technique (Dufour).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : Variations du *Quercus Mirbeckii.* — Masclef : Adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires. — Russell : Développement de l'inflorescence mâle du Noyer ; Transformation des cônes de Pins. — Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens. — Dewèvre et Bordage : Analyse photographique des mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon: Les tubercules des Equisétacées; Une maladie du Platane. — Prunet : Relations entre les plantes et les insectes. — Hervier : Sur quelques plantes d'Espagne. — Bonnier : Réviviscence des plantules desséchées ; Les variations de pression dans la Sensitive. — Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : Etudes morphologiques sur le genre *Anemone.* — Jacob de Cordemoy : Une Liliacée exotique peu connue. — Costantin et Dufour : La môle, maladie du Champignon de couche. — Giard : Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum.* — Géneau de Lamarlière : Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil.

Revue des travaux : de physiologie et de chimie végétales (Jumelle); des Lichens (Hue) : d'anatomie végétale (Prunet) : des Bactéries et des fermentations (Boutroux) ; sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France (Masclef).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : Variations du *Rosa sericea.* — Bonnier : La transmission de la pression à travers les plantes vivantes ; Notice sur Alphonse de Candolle. — Boudier : Causes de production des tubercules pileux des lames de certains Agarics. — Prunet : Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : La convergence des formes conidiennes. — Naudin : La fécondation des Palmiers du genre *Phœnix.* — Mesnard : Méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — De Lamarlière : Sur le développement de quelques Ombellifères. — Magnin : La végétation des lacs du Jura. — Jaccard : Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians.* — Palladine : Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Recherches sur les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche.

Revue des travaux : sur les Lichens (Hue); sur les Algues (Flahault) ; de Paléontologie végétale (de Saporta) ; de Botanique forestière (Henry) ; sur les Bactéries et les fermentations (Boutroux).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères